

Reuniones del

G **Grupo de Trabajo**
de Experimentación
en Viticultura y
Enología

34^a REUNIÓN



**CENTRO DE TRANSFERENCIA AGROALIMENTARIA.
GOBIERNO DE ARAGÓN. ZARAGOZA**

10 y 11 de abril de 2019



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

Reuniones del

Grupo de Trabajo de Experimentación
en Viticultura y Enología

34ª REUNIÓN

**Centro de Transferencia Agroalimentaria.
Gobierno de Aragón. Zaragoza**

10 y 11 de abril de 2019



Madrid, 2020



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Distribución y venta:

Paseo de la Infanta Isabel, 1
28014 Madrid
Teléfono: 91 347 55 41
Fax: 91 347 57 22

Impresión y encuadernación:

Talleres del Centro de Publicaciones del MAPA

NIPO(papel): 003200229

NIPO(línea): 003200230

Depósito Legal: M-5822-2020

Tienda virtual: www.mapa.es
centropublicaciones@mapa.es

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es/>

Datos técnicos: Formato: 21x29,7 cm. Caja de texto: 15x24 cm. Composición: una columna. Tipografía: Arial Narrow a cuerpo 12. Encuadernación: fresado. Papel: Igloo de 90 gramos. Cubierta en cartulina gráfica mate de 250 gramos plastificada..

Impreso en papel reciclado al 100%

ÍNDICE

Introducción	Pág 5
Programa	Pág 5
Relación de asistentes	Pág 8
Desarrollo de la Reunión	Pág 13
Conclusiones	Pág 13
Trabajos presentados	
Viticultura	Pág 21
Enología	Pág 175

INTRODUCCIÓN

Durante los días 10 y 11 de abril de 2019 ha tenido lugar la Reunión, que, con carácter itinerante y periodicidad anual, realiza el Grupo de Experimentación en Viticultura y Enología.

Estas reuniones, coordinadas por la Subdirección General de Calidad Diferenciada y Agricultura Ecológica del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, se vienen desarrollando sin interrupción desde 1988, siendo la celebrada en esta ocasión su 34ª edición.

El Grupo está integrado por especialistas en viticultura y enología de las Comunidades Autónomas y del Estado, incorporándose a lo largo del tiempo significativas personalidades de la investigación y la docencia con inquietudes convergentes con el Grupo.

Atendiendo la invitación efectuada en la anterior Reunión del Grupo, celebrada en Orense y organizada por EVEGAL en abril de 2018, la 34ª edición se ha realizado en el Centro de Transferencia Agroalimentaria del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón, encargándose de la organización el personal del CTA. Resaltar la excelente organización de la Reunión, así como la hospitalidad manifestada por todos los organizadores hacia los componentes del Grupo.

Durante las sesiones de trabajo se presentaron y debatieron trabajos relacionados con las materias previstas en la anterior Reunión y otros en turno libre, siempre relacionados con la actualidad y problemática de la vitivinicultura española, así mismo se realizó una excelente visita técnica que han permitido conocer parte de la realidad de vitivinicultura aragonesa.

PROGRAMA

Martes 9 de abril de 2019

Jornada de presentación de los resultados finales del Proyecto VALOVITIS, en el Paraninfo de la Universidad de Zaragoza, de 10:00-15:00.

Invitación a la Jornada que se ha hecho extensiva a los asistentes al GTEVE, aunque este acto no forma parte del programa oficial de la 34ª reunión del GTEVE

Miércoles 10 de abril de 2019

8:30. - Recogida de participantes en el Museo Pablo Serrano. Paseo María Agustín, 20. y traslado al Centro.

9:00 - 9:15. - Entrega de documentación

9:15 – 9:30. - Bienvenida institucional y apertura de la 34ª reunión del GTEVE.

9:30 - 10:15. - Conferencia inaugural: Evolución de la vitivinicultura en Aragón, papel de la Estación de Viticultura y Enología de Aragón (EVE). Miguel Lorente Blasco. Centro de Transferencia Agroalimentaria.

10:15 - 11:30. - Sesión viticultura. **Sequía, suelos y riegos**

Estudio preliminar del comportamiento en sequía de nuevos genotipos de vid. Leonor Ruiz-García, (IMIDA).

La utilización de nuevas variedades de vid frente al cambio climático. Gregorio Muñoz Organero, (IMIDRA).

Estimación de la eficiencia hídrica de diferentes variedades de vid por medidas del d13C y del d18O en mostos. Adela Mena Morales, (IVICAM).

Acumulación de Cu en suelos de viñedo de Galicia y sus efectos sobre los microorganismos. David Fernández-Calviño, (UVIGO).

Evaluación de estrategias de fertirrigación en condiciones de suelo calcáreo sobre las variedades tintas Syrah y Tempranillo. Influencia en la producción y la calidad del vino. Iker Uriz Berdonces, (EVENA)

Influencia de cuatro portainjertos en la absorción de nutrientes del cultivar Tempranillo en la DO Ca. Rioja. Ignacio Martín Rueda, (ICVV).

11:30-11:45: Coloquio.

11:45 - 12:15. - Pausa. Café.

12:15 - 13:45. - Sesión Viticultura. **Enfermedades y Selección Clonal**

Selección clonal de la Garnacha Blanca en el Valle del Ebro: situación actual. Amaia Martínez Santamaría, (EVENA).

Recopilación de material vegetal de viñedo antiguo de Navarra. Variedad Zoca Zarra 2 (clon T20). Félix Cibriain Sabalza, (EVENA)

Comparación agronómica y cualitativa de 3 clones preseleccionados de las variedades tintas Rufete y Prieto Picudo Oval, en Valladolid, en la campaña 2016. Jesús Yuste Bombín, (ITACYL).

13:45-14:00: Coloquio.

14:00-16:00: Comida.

16:00 - 19:30. - Traslado y visita técnica a parcelas experimentales del CTA y a la bodega Cooperativa San Juan Bautista y Bodegas Aragonesas de Fuendejalón.

19:30 - 20:30. - Traslado de vuelta a Zaragoza.

Jueves 11 de abril de 2019

8:30. - Recogida de participantes en el Museo Pablo Serrano. Paseo María Agustín, 20. y traslado al Centro.

9:00 - 10:30. - Sesión Viticultura (enfermedades y plagas) y Enología (microbiología)

Evaluación de agentes de control biológico (ACB) contra el Pie negro y la enfermedad de Petri en condiciones de campo. María del Pilar Martínez Diz. (AGACAL-EVEGA)

Evaluación de infecciones naturales por hongos de la madera en viñedos de La Rioja, Navarra y Galicia. Marcos Andrés Sodupe, (ICVV).

Incidencia de mildiu y oídio en variedades resistentes. Ensayo en el Penedés año 2018. Lluís Giralt Vidal, (INCAVI).

Aptitud enológica de levaduras aisladas de *Vitis vinifera* subsp. *Sylvestris*. Xoán Elorduy Vidal. (IRTA-INCAVI).

Nuevas cepas de levaduras para su empleo en enología. Teresa Arroyo Casado, (IMIDRA).

Aplicación foliar de un extracto de levaduras en la variedad Tempranillo Blanco. Efectos sobre la producción y la calidad de la uva y el vino. Juana Martínez García, (ICVV-SIV)

10:15-10:30: Coloquio.

10:30 – 11.30.- Pausa Café. Visita a la Viña del Banco de Germoplasma de Vid del G.A.

11:30 - 13:30. - Sesión Enología. **Potencial enológico de viníferas y varios.**

El rol de la PTV en la dinamización de proyectos de I+D+I dentro del área de la viticultura. Mario de la Fuente Lloreda, (PTV).

Recopilación de ensayos de viticultura y enología, relacionados con la mitigación del cambio climático. Ernesto Franco Aladrén. Centro de Transferencia Agroalimentaria. Aragón.

Producción sostenible y calidad de los vinos tintos en la DO Ribeira Sacra.

Pilar Blanco Camba, (EVEGA-AGACAL)

Selección final de cruces de Monastrel por su composición fenólica. Años 1997 a 2017. José Ignacio Fernández Fernández, (IMIDA)

Evaluación de la composición aromática de variedades tintas autóctonas gallegas. Ángela Díaz-Fernández, (EVEGA-AGACAL).

Recuperación y valorización de tres variedades blancas en Aragón en el marco del Proyecto Interreg POCTEFA "VALOVITIS". Eva Herrero Mallen, (CITA).

Recuperación y valorización de tres variedades tintas en Aragón en el marco del Proyecto Interreg POCTEFA "VALOVITIS". Ernesto Franco Aladrén, (CTA).

Aptitud enológica de variedades de vid cultivadas en zonas de montaña. María Sánchez Monfort, (EEAD-CSIC)

13:30 - 14:00. - Conclusiones.

14:00. - Comida y despedida

RELACION DE ASISTENTES

ANADON GONZALVO, CRISTINA TATIANA
Centro de Transferencia Agroalimentaria
Av. Movera s/n Zaragoza, 50194 976 586500
ctanadon@aragon.es

ANDRÉS SODUPE, MARCOS
Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino
Finca La Grajera. Ctra. Burgos, Km: 6 Logroño (La Rioja). 26071, 941 894 980.
marcos.andres@icvv.es

ARROYO CASADO, TERESA
IMIDRA-Comunidad de Madrid
Finca El Encín. N II. Km. 38,200. 28800 Alcalá de Henares (Madrid) 918879486
teresa.arroyo@madrid.org

ASPURZ TABAR, JON
Sección viticultura y enología, Dirección General de Desarrollo Rural, Gobierno de Navarra
C./ Valle de Orba, 34. 31390. Olite (Navarra) 948741707
jon.aspurz.tabar@navarra.es

BORJA MORENO, SORAYA.
Sección viticultura y enología, Dirección General de Desarrollo Rural, Gobierno de Navarra
C./ Valle de Orba, 34. 31390. Olite (Navarra) 948741707
soraya.borja.moreno@navarra.es

BLANCO CAMBA, PILAR
Estación de Viticultura y Enología de Galicia
Ponte San Clodio. 32427. Leiro (Orense) 988488033
pilar.blanco.camba@xunta.es

CANCER POMAR, JESÚS
Centro de Transferencia Agroalimentaria (Gobierno de Aragón)
Avda Movera 580 MOVERA (ZARAGOZA) 50194 976586500 654225468
jcancer@aragon.es

CIBRIÁIN SABALZA, JOSÉ FÉLIX
DRMAyAL-Gobierno de Navarra-INTIA
Valle de Orba, 34, Olite 31390 949 70 17 07
jcibrias@cfnavarra.es

DE LA FUENTE LLOREDA, MARIO
Plataforma tecnológica del Vino
C/Musgo,2 Bajo B · Edificio Europa II 28023 Madrid (La Florida)
gerencia@ptvino.com

DÍAZ FERNÁNDEZ, ANGELA
Estación de Viticultura y Enología de Galicia
Ponte San Clodio. 32427. Leiro (Orense) 988488033
angela.diaz.fernandez@xunta.gal

ELORDUY VIDAL, XOAN
Institut Català de la Vinya i el Vi
Pl. Àgora, 2. Pol. Ind. Domenys II, Vilafranca del Penedès, 8720, 938900211
lxoan.elorduy@gencat.cat

FERNÁNDEZ CALVIÑO, DAVID
UVIGO-Edafología e Química Agrícola. Fac. Ciencias-OURENSE
Rúa Doutor Temes Fernández, 32004 Ourense, 988 38 70 00
davidfc@uvigo.es

FERNÁNDEZ FERNANDEZ, JOSE IGNACIO
Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, (IMIDA).
Estación enológica de Jumilla.
Avenida de la Asunción nº 24, 30520 Jumilla
Josei.fernandez@carm.es

FRANCO ALADRÉN, ERNESTO
Centro de Transferencia Agroalimentaria
Av. Movera s/n Zaragoza, 50194 976 586500
efranco@aragon.es

GAMBRA ECHEVERRÍA, ALBERTO
Sección enología, Dirección General de Desarrollo Rural, Gobierno de Navarra
C./ Valle de Orba, 34. 31390. Olite (Navarra) 948741707

mc.jimeno.mendoza@navarra.es

GARCIA-ESCUADERO, ENRIQUE

Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino

Finca La Grajera. Ctra. Burgos, Km: 6 Logroño (La Rioja). 26071, 941 894 980.

egescudero@larioja.org

GIRALT VIDAL, LLUÍS

Institut Català de la Vinya i el Vi

Pl. Àgora, 2. Pol. Ind. Domenys II, Vilafranca del Penedès, 8720, 938900211

lluis.giralt@gencat.cat

GOGORCENA AOIZ, YOLANDA

Estación Experimental de Aula Dei, EEAD-CSIC.

Avda. de Montañana 1005, 50059, Zaragoza

aoiz@eead.csic.es

HERRERO MALLEN, EVA

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

Av. Montañana, 930. 50059 Zaragoza.

eherrero@cita-aragon.es

JIMENO MENDOZA, KARMELE

Sección enología, Dirección General de Desarrollo Rural, Gobierno de Navarra
C./ Valle de Orba, 34. 31390. Olite (Navarra) 948741707

mc.jimeno.mendoza@navarra.es

LOPEZ-VICENTE, MANUEL

Estación Experimental de Aula Dei, EEAD-CSIC.

Avda. de Montañana 1005, 50059, Zaragoza

mvicente@eead.csic.es

LORENTE BLASCO, MIGUEL

Centro de Transferencia Agroalimentaria

Av. Movera s/n Zaragoza, 50194 976 586500

mlorenteb@yahoo.es

MARTÍN RUEDA, IGNACIO

ICVV-SIV (Servicio de Investigación Vitivinícola-Gobierno de La Rioja)

Ctra. Burgos, km. 6 Finca La Grajera, LOGROÑO, 26071, 941-894980

ignacio.martin@icvv.es

MARTÍNEZ DIZ, MARÍA DEL PILAR

Estación de Viticultura e Enología de Galicia (EVEGA-INGACAL)

Ponte San Clodio s/n Leiro, 32427, 988788085/090

pilar.martinez.diz@xunta.gal

MARTINEZ GARCIA, JUANA

ICVV-SIV (Servicio de Investigación Vitivinícola-Gobierno de La Rioja)

Ctra. Burgos, km. 6 Finca La Grajera, LOGROÑO, 26071, 941-894980 Ext. 410035

jmartinezg@larioja.org

MARTÍNEZ GASCUEÑA, JESUS

Instituto de la Vid y el Vino de Castilla-La Mancha

Ctra. Toledo - Albacete, s/n 13.700 - TOMELLOSO (Ciudad Real), 926 50 80

60 Fax: 926 27 62 16

jmartinezg@jccm.es

MARTINEZ SANTAMARIA, AMAIA

Sección viticultura y enología, Dirección General de Desarrollo Rural, Gobierno de Navarra

C./ Valle de Orba, 34. 31390. Olite (Navarra) 948741707

amaia.martinez.santamaria@navarra.es

MENA MORALES, ADELA

Instituto de la Vid y el Vino de Castilla-La Mancha

Ctra. Toledo - Albacete, s/n 13.700 - TOMELLOSO (Ciudad Real), 926 50 80

60 Fax: 926 27 62 16

amenam@jccm.es

MUÑOZ ORGANERO, GREGORIO

Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA)

Finca El Encín. Ctra. A-2. Km 38,200. Alcalá de Henares 28800 918879483

gregorio.munoz@madrid.org

NUÑEZ DIACONO, RAMON

Centro de Transferencia Agroalimentaria

Av. Movera s/n Zaragoza, 50194 976 586500

ramonnunezd@gmail.com

OLONA SESE, JOSE ANTONIO

Centro de Transferencia Agroalimentaria (Gobierno de Aragón)

Avda Movera 580 MOVERA (ZARAGOZA) 50194 976586500 654225468

jaolona@aragon.es

PAVÓN FREIRE, ALBERTO

Centro de Transferencia Agroalimentaria (Gobierno de Aragón)

Avda Movera 580 MOVERA (ZARAGOZA) 50194 976586500 656595146

apavon@aragon.es

PEREZ RUIZ, JOAQUIN

Centro de Transferencia Agroalimentaria (Gobierno de Aragón)

Avda Movera 580 MOVERA (ZARAGOZA) 50194 976586500 654225468

joeperez@hotmail.com

RIBES LORDA, ANA MARIA

Centro de Transferencia Agroalimentaria

Avda. de Movera s/n ZARAGOZA 50194 976586500
arribeslorda@gmail.com

ROLDAN CONTRERAS, MANUEL
MAPAMA
Pº Infanta Isabel Madrid 28071
mroldanc@mapama.es

RODRÍGUEZ LORENZO, MAITE
Instituto de las Ciencias de la Vid y del Vino
Ctra. Burgos, km. 6 Logroño 26071 941 89 49 80
maite.rodriguez@icvv.es

RUIZ GARCIA, LEONOR
Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, (IMIDA).
C/ Mayor s/n, 30150 La Alberca
leonor.ruiz@carm.es

RUBIO CANO, JOSÉ ANTONIO
Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
Ctra Burgos 119, FINCA ZAMADUEÑAS Valladolid, 47071. 983 317452
rubcanjo@itacyl.es

SANCHEZ MONFORT, MARIA
Estación Experimental de Aula Dei, EEAD-CSIC.
Avda. de Montañana 1005, 50059, Zaragoza
mariasmonfort@gmail.com

SAUGUES SARASA, ANA
Sección viticultura y enología, Dirección General de Desarrollo Rural, Gobierno
de Navarra
C./ Valle de Orba, 34. 31390. Olite (Navarra) 948741707
ana.sagues.sarasa@navarra.es

TRES PASCUAL, IKER.
Sección viticultura y enología, Dirección General de Desarrollo Rural, Gobierno
de Navarra
C./ Valle de Orba, 34. 31390. Olite (Navarra) 948741707
iker.tres.pascual@navarra.es

VARQUEZ BLANCO, RAQUEL
UVIGO- Facultade de Ciencias. Universidade de Vigo-OURENSE
As Lagoas s/n 32004 Ourense
raquelmeigasblue@gmail.com

USÓN BALLESTAR, JESÚS JUAN
Centro de Transferencia Agroalimentaria (Gobierno de Aragón)
Avda Movera 580 MOVERA (ZARAGOZA) 50194 976586500 654225468
jjuson@aragon.es

URIZ BERDONCES, IKER.

Sección viticultura y enología, Dirección General de Desarrollo Rural, Gobierno de Navarra

C./ Valle de Orba, 34. 31390. Olite (Navarra) 948741707

iker.uriz.berdonces@navarra.es

VICEN SANCHEZ, LUIS

Centro de Transferencia Agroalimentaria (Gobierno de Aragón)

Avda Movera 580 MOVERA (ZARAGOZA) 50194 976586500 654225468

lvicen@aragon.es

YUSTE BOMBÍN, JESÚS

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Ctra Burgos 119, FINCA ZAMADUEÑAS Valladolid, 47071. 983317321

yusbomje@itacyl.es

DESARROLLO DE LA REUNION

La Reunión se ha desarrollado en todos los aspectos de forma ágil y organizada, solventando con gran eficacia los imprevistos surgidos, que no han afectado al buen desarrollo de la reunión. La documentación se ha entregado a los participantes en formato pendrive.

La inauguración de las jornadas corrió a cargo de D. Jesús Cáncer Pomar Ángeles, director del Centro de Transferencia Agroalimentaria del Gobierno de Aragón, quien manifestó su gratitud por la elección de Aragón como sede de la 34ª reunión del GTEVE, en sus palabras de bienvenida indico la importancia del Grupo de Trabajo, por la puesta en común de los trabajos y los conjuntos que se desarrollan entre los diferentes Centros.

A la reunión han asistido 45 técnicos e investigadores de 15 Centros e Institutos, disculparon su asistencia, por diferentes motivos, varios investigadores y técnicos habituales en las Reuniones anteriores. Se han presentado un total de 23 comunicaciones, 12 de viticultura, 9 de enología, dos transversales y se dictó la conferencia de apertura de la Reunión.

CONCLUSIONES

El Grupo agradece al CTA la cálida acogida, así como su hospitalidad y atenciones recibidas durante la 34ª Reunión, en particular a los técnicos, personal y responsables que han hecho posible que la reunión se desarrolle de forma magistral y con gran eficiencia.

En la conferencia de apertura “Evolución de la viticultura y enología en Aragón, papel de la Estación de Viticultura y Enología de Aragón (EVE)” la dictó D. Miguel Lorente Blasco, quien recalcó la evolución de la superficie de viñedo en Aragón, manifestando que, en los 33 años transcurridos desde la

creación de la EVE, se ha perdido más del 50% de viñedo. “Continuó su exposición sobre la creación de la EVE en 1984 y sus objetivos, describiendo los mismos y la expectativa que se generó en el sector aragonés que cristalizó en el apoyo a la variedad Garnacha tinta en los procesos de selección clonal de Garnacha tinta y blanca, Moristel, Parraleta, Mazuela, Vidadillo y Derechero.

La creación del Banco de Germoplasma de Vid de Aragón en 1.999 que en la actualidad cuenta con más de 800 accesiones y que ha sido objeto de varios proyectos de investigación, destacando en particular el último VALOVITIS. Además, el trabajo de apoyo al sector aragonés ha sido constante, realizando numerosas acciones tendentes a solucionar problemas concretos planteados por actores del sector, como la desalcoholización parcial de mostos en fermentación, discriminación entre vinos de barricas y los de fragmentos de roble, hiperoxigenación de mostos y vinos y recientemente el proyecto de los terroir de la garnacha en la DOP Campo de Borja.

El Grupo sigue teniendo gran interés por el material vegetal, diversidad genética de variedades y clones. Se han presentado un total de once comunicaciones, el 50% de las presentadas abordan aspectos vitícolas y enológicos relacionados con clones varietales, así como de variedades minoritarias. Mención especial merece la comunicación de José Ignacio Fernández que presentó la selección de cruces de Monastrel con C. Sauvignon, Syrah, Tempranillo, Barbera y Verdejo. Trabajo realizado en el IMIDA desde 1997 y que concluyo en 2017, seleccionando 44 cruces tintos y 12 blancos de los cuales se han registrado cinco variedades tintas y una blanca.

Como en las últimas reuniones, ha sido de gran interés la actualización de los trabajos conjuntos entre los Centros de Aragón, Cataluña, Navarra y Rioja relativos a los diferentes estadios en la que se encuentra la selección clonal de la variedad Garnacha Blanca, poniendo al día la situación del proyecto en cada CA.

En dos comunicaciones se han estudiado técnicas de manejo del viñedo como el riego y la problemática de la presencia de cobre en los suelos, esta última inquietud está muy relacionada con la reducción de la concentración de cobre en los fungicidas y su repercusión en el cultivo ecológico, este aspecto ya fue abordado en la reunión del pasado año en Orense.

En tres comunicaciones se han abordado aspectos del cambio climático y la viticultura, como el comportamiento frente a la sequía de nuevos genotipos de vid, nuevas variedades y la eficiencia hídrica de diferentes variedades.

En tres comunicaciones se han abordado aspectos de enfermedades de madera y no ha sido posible, en esta reunión, la presentación de la recopilación de los trabajos que se desarrollan por parte de los miembros del GTEVE.

Tres comunicaciones microbiológicas abordan aspectos relacionados con levaduras *saccharomyces* y no *saccharomyces*, así como el empleo de extracto de levaduras como elicitador en el viñedo.

En seis comunicaciones se han abordado aspectos de calidad enológica y sensorial de diferentes viníferas, poniendo de manifiesto el interés que para el grupo siguen teniendo el estudio de estos vinos varietales.

Dos comunicaciones transversales, la primera de Mario de la Fuente que presentó la Plataforma Tecnológica del Vino (PTV), esta se constituyó en 2011 y tiene como objetivo dinamizar proyectos de I+D+I, la segunda es la recopilación de ensayos de viticultura y enología, relacionados con la mitigación del cambio climático, han participado cinco Centros aportando once trabajos relacionados con el cambio climático.

En la tarde de la primera jornada, se visitó una de las parcelas del viñedo experimental del CTA que mantiene en colaboración con la Cooperativa SAN JUAN BAUTISTA de Fuendejalón (DOP Campo de Borja), en ella se pudo observar los trabajos previos de injerto en un viñedo de 10 años. Posteriormente en las instalaciones de la cooperativa, los técnicos de la bodega explicaron los proyectos de desarrollo que realizan, en particular el relativo a la delimitación de terroir de garnacha tinta. La jornada concluyó en Bodegas Aragonesas con una degustación de los diferentes tipos de vinos, suscitando gran interés el blanco tiólico y el rosado cintifolia, así como los ya clásicos garnachas de la DOP Campo de Borja.

De especial interés ha sido la visita, en la mañana de la segunda jornada, al Banco de Germoplasma de Aragón, ubicado en La Alfranca y muy cerca del lugar de la reunión, en la que los anfitriones explicaron la organización del Banco y los trabajos para su conservación, manejo y ampliación, en la actualidad cuenta con 800 accesiones de las cuales 56 se corresponden con variedades desconocidas.

El Grupo después del debate de las comunicaciones, presenta las siguientes recomendaciones:

- Seguir recomendando a los diferentes Centros el estudio de las levaduras no *Sacharomyces*, en particular con las variedades autóctonas y nuevas aplicaciones de las mismas.
- Remitir al MAPA las experiencias de enología que afecten a prácticas en fase de autorización o aquellas que modifican las condiciones de aplicación de cuando fueron autorizadas.
- Animar el trabajo que cuatro Centros están realizando conjuntamente en la selección clonal de la variedad Garnacha Blanca. Coordinando los trabajos D. José Félix Cibriáin, del Departamento de Desarrollo Rural del Gobierno de Navarra.
- Recomendando a los diferentes Centros la continuación de la recopilación de información sobre variedades minoritarias de vid para robustecer la "Guía de Variedades Minoritarias", en aspectos vitícolas y

enológicos, con el fin de poder editar una nueva guía. A su vez, se propuso que se pueda realizar una guía de variedades que producen vinos con menor grado alcohólico, bien de variedades recuperadas o procedentes de cruzamientos.

- En el debate técnico se puso de manifiesto el interés y preocupación de diferentes Centros por las enfermedades de madera del viñedo como se puso de manifiesto en las reuniones de 2017 y 2018, la propuesta de recopilación de los trabajos que se desarrollan por parte de los miembros del GTEVE y de otros que se puedan incorporar, que coordina D. David Gramaje Pérez del ICVV, se ha pospuesto para la reunión de 2020.

- Durante el debate se hizo referencia al cambio climático, y se insistió en robustecer la recopilación de los trabajos que en diferentes ámbitos de la viticultura como: prácticas de cultivo, variedades, portainjertos, clones, tratamientos de viñedo, y de la enología como: levaduras y bacterias, tratamientos físicos de mostos y vinos, etc. que afecten a los parámetros de los vinos, en especial a los que se modifican sustancialmente por los efectos del cambio climático, como es la concentración de azúcar y polifenoles. De esta recopilación se encarga D. Ernesto Franco del CTA de Aragón.

- Se insistió nuevamente sobre la sugerencia al MAPA de la aceleración de los trámites para la certificación por Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV) de las variedades minoritarias.

- En el debate se vio la necesidad de coordinar, al menos entre los Centros, la asignación de nombres a variedades recuperadas y que se encuentran en las colecciones de los Centros, dado que este aspecto es muy importante para el futuro comercial de las variedades. El primer contacto se realizará en fechas próximas, de coordinar y proponer fecha para reunión se encargará D. Gregorio Muñoz.

Agradecer la asistencia a la Reunión y participar en la conferencia de inauguración a D. Miguel Lorente Blasco. A la Sociedad Aragonesa de Gestión Agroambiental (SARGA) por la acogida en sus instalaciones. A la Cooperativa de Fuendejalón y Bodegas Aragonesas, también por la acogida en sus instalaciones y la degustación de sus vinos. Así mismo agradecer al Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón la acogida al Grupo y en particular al personal del CTA por su dedicación y profesionalidad en la organización de la reunión.

El grupo dio la bienvenida a D. Manuel Roldan Contreras del MAPA, que será el interlocutor en el Ministerio del Grupo, realizando la labor que venía desarrollando D. Luis Leza.

El grupo ha felicitado a Leonor Ruiz y José Ignacio Fernández, en representación de todos los compañeros, que durante veinte años nos han informado de los trabajos de los cruzamientos de Monastrel y trasladar al IMIDA la enhorabuena por poner al servicio del sector vitivinícola de seis nuevas variedades.

Si bien durante el desarrollo de la reunión no hubo una propuesta para la sede de la próxima reunión, posteriormente el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) de la Junta de Andalucía se ha

postulado para acoger en el Rancho de la Merced de Jerez de la Frontera, la trigésima quinta Reunión del Grupo en el año 2020; que se celebrará en esta ciudad en fechas que se determinen, preferentemente en los meses de abril y mayo.

En Zaragoza a once de junio de dos mil diecinueve

El Coordinador del Grupo
Ernesto Franco Aladrén
Unidad de Enología del CTA
Dep. Desarrollo Rural y Sostenibilidad.
Gobierno de Aragón.

TRABAJOS PRESENTADOS

VITICULTURA

Estimación de la eficiencia hídrica de diferentes variedades de vid por medidas del $\delta^{13}\text{C}$ y del $\delta^{18}\text{O}$ en mostos

Adela Mena Morales¹, A. Sergio Serrano-Parra^{2*}, Jesús Martínez Gascuña¹

¹Instituto de la Vid y el Vino de Castilla-La Mancha (IVICAM-IRIAF)

Ctra. Albacete s/n, 13700 Tomelloso, Ciudad Real. Teléfono: 926275773. e-mail: amenam@jccm.es

²Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes (ETSIAM).

Universidad de Castilla la Mancha (UCLM). Campus Universitario s/n. 02071 Albacete. *Alumno en prácticas

Resumen

Durante la añada de 2018, un total de 25 variedades de vid, cultivadas en condiciones de secano en la práctica, fue objeto de seguimiento: se trataba de comparar su comportamiento por medidas repetidas de diferentes parámetros agronómicos, y fisiológicos. 4 cepas de cada cultivar fueron seguidas individualmente, registrándose las fechas en que tuvieron lugar los estados fenológicos decisivos del ciclo. Se estimaron, entre otros parámetros, el peso de la producción de fruta y de la madera de poda. Los mostos de cada cepa individual fueron caracterizados enológico (°Brix, acidez total y pH) para apreciar su estado de madurez en el momento de la vendimia. Dado que el estudio se inscribe dentro de los trabajos de evaluación y selección de variedades de vid estratégicas de futuro para nuestra región, en los que la eficiencia hídrica constituye uno de los principales criterios, también se analizaron en los mostos los ratios isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ y del $\delta^{18}\text{O}$ como posibles medidas complementarias integradoras de aquella.

1. Introducción

El agua es el principal factor limitante de la producción agrícola en ambientes semiáridos. La proliferación del regadío con aguas subterráneas para hacer frente a esa limitación ha sido una consecuencia lógica; más aún en el caso del cultivo de la vid, con la derogación en 1996 de la legislación que lo prohibía. La rentabilidad de un elevadísimo porcentaje de nuestros viñedos es hídrico dependiente y el riego ha devenido un factor clave para el mantenimiento del cultivo. Sin embargo, la escasez del recurso y las nada tranquilizadoras previsiones sobre los efectos del calentamiento global, empujan a la búsqueda de mejoras en la eficiencia hídrica del cultivo para que logre mayores cotas de sostenibilidad.

A consecuencia del cambio climático, se pronostican incrementos notables de los períodos medianos (de 4 a 6 meses) o largos (mayores a 12 meses) de sequía. Mitigar el impacto negativo de esos cambios en el crecimiento y la calidad de la uva comporta adaptaciones de la viticultura que afectan tanto a las prácticas agronómicas como a las estrategias de selección de cultivares para identificar genotipos más adaptados.

Aunque no exista un único indicador fisiológico para la tolerancia a la sequía por parte de los cultivares de vid, la eficiencia hídrica parece un parámetro decisivo en clave de adaptación. En la práctica representa la cantidad de agua necesaria para la producción de un kilogramo de uvas maduras, pero hay varias maneras de definirlo y se puede estudiar a diferentes escalas en la planta y/o por medio de varios procesos fisiológicos. La mayoría de estudios experimentales se han realizado a través de medidas puntuales de fotosíntesis y transpiración en las hojas, o más concienzudas en plantas enteras; también, por medidas del $\delta^{13}\text{C}$ en hojas y mostos, más

integradoras, que permiten identificar ajustes a largo plazo en el proceso de intercambio de gases. La relación entre $\delta^{13}\text{C}$ y la eficiencia hídrica existe porque la discriminación isotópica está vinculada linealmente a la relación c_i/c_a , donde c_i es la presión parcial de CO_2 en los espacios intercelulares de la hoja y c_a en el aire ambiente (Farquhar *et al.* 1982).

La mayor parte del oxígeno presente en los tejidos vegetales procede del agua del suelo y, como no existe un fraccionamiento isotópico significativo durante su absorción y transporte a través del xilema, el $\delta^{18}\text{O}$ depende de la fuente de agua y del enriquecimiento en $^{18}\text{O}_2$ que ocurre en la hoja por la mayor difusividad del $^{16}\text{O}_2$ durante la transpiración (Santesteban *et al.* 2015). En este sentido, el $\delta^{18}\text{O}$ parece reflejar la memoria evaporativa del agua, pudiendo complementar la información suministrada por el $\delta^{13}\text{C}$ sobre la eficiencia hídrica del vegetal. Proporciona información adicional para separar los efectos de la conductancia estomática, g_s , de la influencia de los cambios en la fotosíntesis sobre el $\delta^{13}\text{C}$ (Farquhar *et al.* 1998): los patrones de $\delta^{18}\text{O}$ están relacionados con la conductancia estomática, cuando g_s está controlada por el déficit de presión de vapor del aire y comparten, en consecuencia, la dependencia de la conductancia estomática con la huella $\delta^{13}\text{C}$, pero no dependen de la actividad de la Rubisco (Barbour y Farquhar 2000).

2. Material y métodos

Las variedades que se citan seguidamente, que fueron objeto del estudio, se cultivan en la parcela que IVICAM dedica a las variedades autorizadas en la Región en sus terrenos de Tomelloso: Albillo Real, Moscatel de Grano Menudo, Pedro Ximénez, Macabeo, Alarije, Merseguera, Airén, Malvar, Pardillo, Jaén Blanco, Verdejo y Coloraíllo (de tinte rosado claro) entre las blancas y Tempranillo, Garnacha Tintorera, Garnacha Tinta, Tinto Velasco, Monastrell, Moribel, Graciano, Mazuela, Bobal, Garnacha Peluda, Tinto de la Pámpana Blanca, Forcallat Tinta y Moravia Agria, entre las tintas.

La parcela está situada en una de las partes dístales del gran abanico aluvial que el río Guadiana ha formado al irrumpir en la llanura manchega, en un relieve fluvial maduro de una total planitud. Sobre los materiales arrastrados que forman el abanico (gravas, arenas y arcillas) se han desarrollado fenómenos de migración de carbonatos, proceso formador de encostramientos calizos que se mantienen hoy día.

En concreto, los suelos sobre los que se asienta la parcela son calcisoles petrocálcicos, clasificados como Petric Calcixerept (Soil Survey Staff, 2006) según la clasificación americana: son suelos poco desarrollados (Inceptisoles) con un intenso carácter cálcico aportado por los materiales de origen y su régimen xérico de humedad. El horizonte petrocálcico, situado bajo los primeros 30-40 cm desde la superficie del suelo, puede superar 1 m. de potencia y resulta absolutamente impenetrable por las raíces de la vid, condicionando su cultivo.

Las variedades se disponen en espaldera, en hileras de 141 cepas, conducidas en cordón Royat bilateral con 4 pulgares de 2 yemas en cada brazo y orientadas $300^\circ \text{O} - 120^\circ \text{E}$. Filas y cepas están distanciadas formando un marco de 3m x 1,5m. El material vegetal fue injertado en campo en el año 2003 sobre patrón 110-Richter y se cultiva en perfectas condiciones de desarrollo y sanitarias.

La parcela dispone de una instalación de riego por goteo con 2 goteros por cepa de 4 L/hora de caudal, dotada de programador automático. El régimen de riegos utilizado está dirigido a mantener el cultivo con un déficit hídrico moderado (P_D entre -0,4 y -0,2 Mpa), reponiendo cada 3-4 días el 25% de la ET_0 acumulada. Sin embargo, para poder desarrollar el estudio, un

pequeño sector de la parcela (22 cepas por variedad del total de 141) fue independizado del sistema para poder anular/restringir el riego.

Se realizaron controles para precisar las fechas medias en que tenían lugar los estados fenológicos decisivos del ciclo: brotación, floración, envero y maduración-madurez tecnológica. Se siguió el ciclo de 4 cepas por variedad, considerándose alcanzado cada estado en cuestión cuando el 50% de los órganos interesados lo presentaban.

Los componentes del rendimiento: producción y peso de la madera de poda se determinaron sobre las 4 cepas mencionadas en el momento de las vendimias y una vez concluido el ciclo respectivamente.

La caracterización de los mostos se hizo también individualmente, por medidas de los parámetros físico-químicos habituales, que se analizaron de acuerdo con los métodos oficiales (OIV, 2014).

La determinación de las medidas de las relaciones isotópicas de carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) y oxígeno ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) se realizó con un espectrómetro de masas de relación isotópica IRMS Delta-Plus (ThermoQuest, Bremen, Alemania) con un sistema colector triple para la medida simultánea de los iones m/z 44 ($^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$), m/z 45 ($^{13}\text{C}^{16}\text{O}_2$ y $^{12}\text{C}^{17}\text{O}^{16}\text{O}$) y m/z 46 ($^{12}\text{C}^{18}\text{O}^{16}\text{O}$).

Para la determinación de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ se utilizó un analizador elemental ThermoQuest Flash 1112 equipado con un inyector automático y acoplado al IRMS a través de una interfaz ConFlo III. Esta relación se puede expresar como la desviación $\delta^{13}\text{C}$ ‰ con respecto a la de una referencia internacional VPDB (Viena Pee Dee Belemnite). El contenido en ^{13}C está determinado por el dióxido de carbono resultante de la combustión completa del mosto (Gómez-Alonso y García-Romero, 2010).

En el caso del $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ se empleó un sistema de introducción de espacio de cabeza y equilibrio de gas en línea GasBench II, equipado con una columna de cromatografía de gases (PoraPlot Q, 25 m, 0,25 mm; Varian, Palo Alto, California, EE. UU.), que opera en 70 °C y adaptado a un inyector automático CombiPAL (CTC-Analytics, Zwingen, Suiza). La relación isotópica se expresa como $\delta^{18}\text{O}$ ‰ en relación a la relación isotópica de referencia internacional VSMOW (Viena Standar Mean Ocean Water). La relación isotópica del $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ es determinada mediante IRMS a partir del CO_2 obtenido después de un proceso de intercambio y equilibrio con el agua del mosto de acuerdo a la siguiente reacción: $\text{C}^{16}\text{O}_2 + \text{H}_2^{18}\text{O} \rightarrow \text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O} + \text{H}_2^{16}\text{O}$

3. Resultados

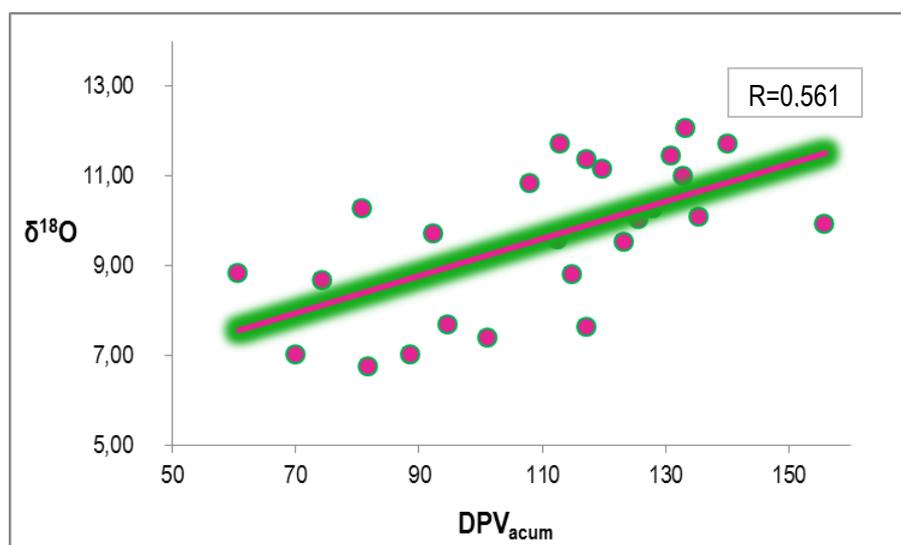
Las medias del $\delta^{13}\text{C}$ por variedad observados (Tabla 1), superiores en general a -24 ‰, certifican que el régimen con que se condujo el cultivo fue de severo estrés hídrico, levemente incumplido en los casos de Moribel, Graciano, Tinto de la Pámpana Blanca y Cariñena, cuyos datos sugieren un estrés hídrico algo más moderado. En la práctica, el cultivo se manejó en seco; solo se añadieron dos pequeños riegos de frescos (48 y 42 L/cepa los días 7 y 24/08, respectivamente).

El análisis conjunto de todos los cultivares mostró que el $\delta^{13}\text{C}$ de sus mostos obtenidos en el momento de la vendimia diferían, moviéndose entre umbrales de -22,16 ‰ y -24,78 ‰ para las medias, y de -21,56 ‰ y -25,93 ‰ como valores individuales extremos. Son rangos amplios considerando la precisión de la medida y pueden utilizarse para examinar el determinismo genético del $\delta^{13}\text{C}$ en respuesta al estrés ambiental (Gaudillère *et al.*, 2002).

Tabla 1. Valores específicos de algunas variables medidas y/o calculadas

Variedad	Fecha de	Maduración	VPD _{acum.}	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	Rendto.
	Vendimia	nº de días	Maduración			Kg/cepa
Cencibel	18-sep	43	117,20	-22,909	7,625	5,11
Coloraillo	06-sep	31	107,96	-23,920	10,834	3,91
G. Tintorera	02-oct	55	139,95	-22,162	11,717	5,84
Garnacha Tinta	04-oct	49	117,09	-23,390	11,362	6,21
Tinto Velasco	04-oct	52	127,93	-23,200	10,273	3,85
Monastrell	05-oct	50	119,62	-22,166	11,164	1,49
Albillo Real	09-ago	21	112,84	-22,630	11,730	3,71
Moscatel G. M.	17-ago	21	60,59	-22,976	8,839	2,53
P. Ximénez	05-sep	27	80,73	-23,113	10,289	2,60
Macabeo	14-sep	27	69,94	-23,794	7,032	6,16
Alarije	21-sep	40	100,99	-23,132	7,394	3,11
Merseguera	18-sep	35	88,55	-23,283	7,022	7,14
Airén	03-oct	51	125,59	-22,711	10,030	6,29
Malvar	14-sep	31	91,71	-23,002	6,763	5,49
Moribel	21-sep	38	94,56	-24,776	7,690	7,15
Graciano	25-sep	44	112,33	-24,615	9,593	4,18
Cariñena	04-oct	54	132,85	-24,082	11,013	4,81
Bobal	05-oct	60	155,73	-22,816	9,931	3,96
Garnacha Peluda	04-oct	53	130,84	-23,350	11,454	4,76
T. P. Blanca	05-oct	55	135,31	-24,498	10,087	5,40
Moravia Agria	08-oct	55	133,14	-23,434	12,069	6,33
Forcallat Tinta	26-sep	37	92,28	-22,698	9,723	3,05
Pardillo	26-sep	45	114,69	-23,902	8,815	5,43
Jaén Blanco	03-oct	50	123,13	-22,909	9,536	6,48
Verdejo	29-ago	18	74,26	-23,216	8,679	4,41

Fig. 1. Correlación entre $\delta^{18}\text{O}$ y DPV_{acumulada} durante la maduración



Varietades como Monastrell, Bobal, Garnacha, Graciano y otras presentaron notables diferencias entre ellas en los valores de $\delta^{13}\text{C}$, demostrando así la amplia versatilidad del control estomático en *Vitis vinifera*. A la vista de los gráficos de la Fig. 1, Moribel, Graciano, Tinto de la Pámpana Blanca y en menor medida Cariñena, Macabeo, Pardillo y Coloraílo, con valores bajos de $\delta^{13}\text{C}$, serían variedades menos capacitadas para controlar el potencial hídrico foliar al mediodía y, por tanto, menos eficientes en el uso del agua. La teoría otorga una alta eficiencia hídrica a los genotipos con cifras altas de $\delta^{13}\text{C}$, que toleran el estrés hídrico en relación con una menor actividad fotosintética neta. Un indicio de este nexo aparece en la Tabla 2: a pesar de mostrar un coeficiente de correlación lineal solo de -0,48, la $\delta^{13}\text{C}$ y el rendimiento revelaban estar muy significativamente correlacionados en nuestro estudio.

El hecho de que se representen los datos de las dos ratios isotópicas $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ conjuntamente (Fig.2), no debe entenderse como que haya habido intención de realizar un análisis combinado que permita ofrecer una visión dual del fraccionamiento isotópico y su contribución a los diferentes tipos de respuesta de parte del intercambio de gases. Se ha hecho así exclusivamente para respetar las dimensiones de este documento.

Tabla 2. Coeficientes de correlación entre algunas de las variables analizadas

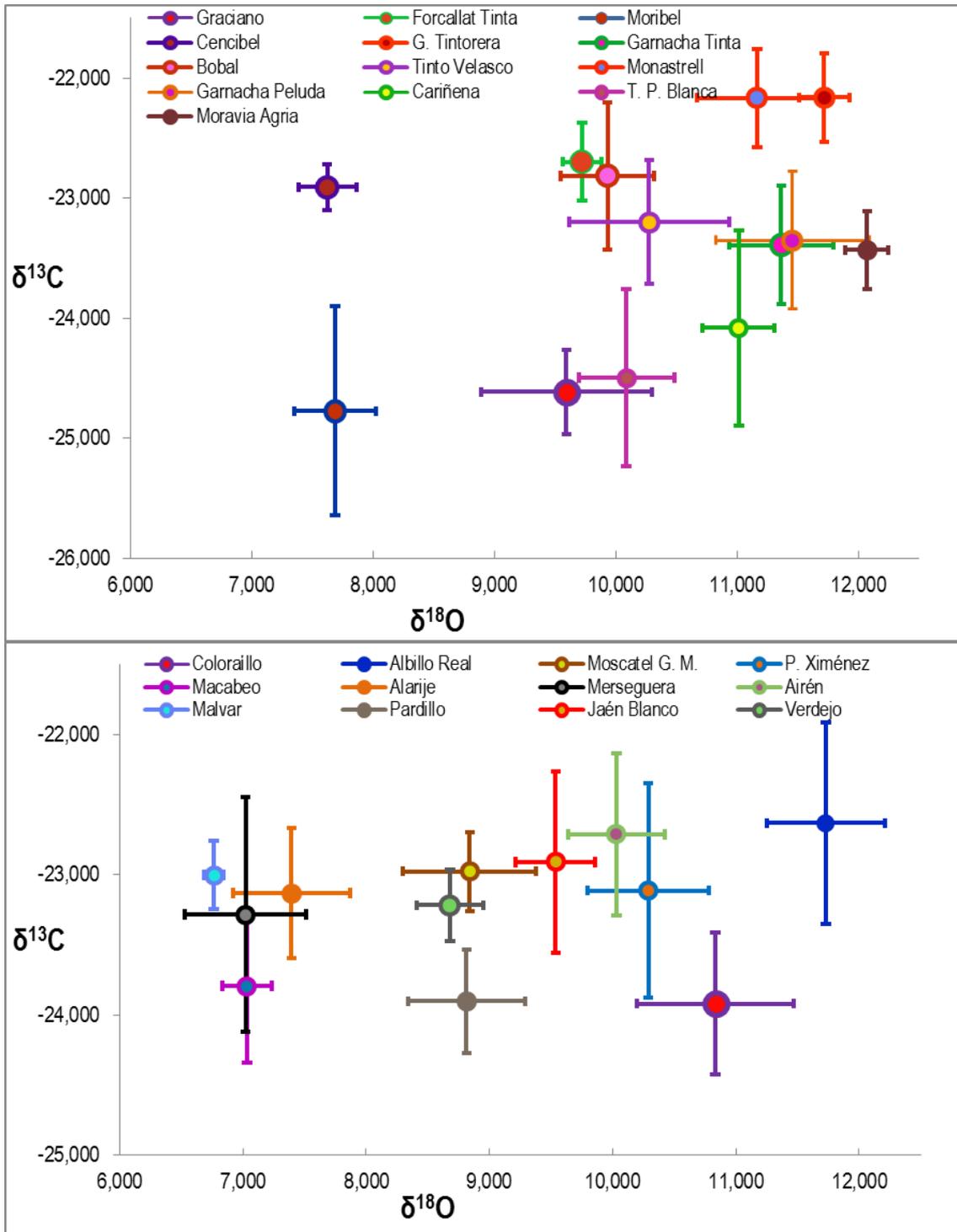
Correlaciones de Pearson	Fecha de vendimia	Σ VPD durante la maduración	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$	Rendto. (kg/cepa)
Fecha de vendimia					
Σ VPD durante la maduración	0,76**				
$\delta^{18}\text{O}$	0,22	0,56**			
$\delta^{13}\text{C}$	-0,12	-0,15	0,04		
Rendto. (kg/cepa)	0,17	0,19	-0,18	-0,48**	

**correlación muy significativa (p-valor < 0.01)

Dado que en nuestro caso no se analizó la $\delta^{18}\text{O}$ de la materia orgánica sino del agua del mosto, el grado de enriquecimiento en $^{18}\text{O}_2$ habría de depender en gran medida del déficit de presión de vapor de la hoja al aire (VPD). Así, cuanto mayor fuese este parámetro, mayor $\delta^{18}\text{O}$ cabría esperar en el agua de la hoja, y a VPD constante, aquella se agotaría más en $^{18}\text{O}_2$ cuando se expusiese a agua atmosférica con un $\delta^{18}\text{O}$ más bajo (Flanagan *et al.*, 1991).

Según los datos presentados (Tabla 1, Fig. 2), el agua del mosto se enriqueció en $^{18}\text{O}_2$ con el retraso de la maduración, de manera que las variedades de ciclo más largo mostraban, en general, valores más elevados de $\delta^{18}\text{O}$. Hubo notorias excepciones: un grupo de variedades precoces (Albillo Real, Moscatel de Grano menudo, Coloraílo, Pedro Ximénez y en menor medida Verdejo) presentó también mostos enriquecidos en O_2 pesado. Esto vendría a corroborar la afirmación de que con vendimias tempranas, que se corresponden con condiciones más cálidas y secas, se generan mostos o vinos con valores más elevados de $\delta^{18}\text{O}$ (Buzek *et al.*, 2017).

Fig. 2. $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ de 25 variedades de vid manejadas en secano durante la añada 2018 en La Mancha. Se representan las medias y las desviaciones típicas de las medidas realizadas en los mostos de 4 cepas por variedad.



Con idea de aclarar si la transpiración durante las últimas semanas antes de la vendimia podría ser determinante en la $\delta^{18}\text{O}$ del agua del mosto, se decidió utilizar el VPD como variable predictora. Se calculó el VPD diario (Allen *et al.* 1998) según los datos suministrados por la

estación de Argamasilla de Alba, perteneciente a red SIAR del M^o de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Se empleó el VPD acumulado durante la etapa de maduración (Tabla 1), computando para cada variedad el número de días entre el envero y la vendimia con la media diaria calculada correspondiente de VPD. La correlación entre los valores de la VDP_{acum} y de la $\delta^{18}O$ resultó con un coeficiente de correlación lineal de 0,56, al tiempo que muy significativa con un p-valor de 0,01 (Tabla 2, Fig. 1). Tenemos pues un grupo de variedades cuya transpiración resultó más intensa durante la maduración ($\delta^{18}O$ más elevada), ya sea por la dilatación del periodo (Moravia Agria, Monastrell, G. Tintorera, Garnachas Tinta y Peluda, Cariñena,...) o por haberlo cumplido en condiciones de elevado VPD (Albillo Real, Coloraílo, P. Ximénez, Verdejo, Moscatel G. M.). Contrariamente, el grupo con la $\delta^{18}O$ más baja lo integraban las variedades que completaron su maduración en un periodo intermedio (Malvar, Merseguera, Macabeo, Alarije, Cencibel y Moribel).

Parece que el VPD podría mejorar la explicación del enriquecimiento diferencial en $^{18}O_2$ del agua del mosto en el conjunto de variedades estudiadas. Continúa habiendo, sin embargo, una importante fuente de variación desconocida que, contrariamente a lo que piensan otros autores (Rossmann *et al.* 1999), cabe atribuir a cualidades intrínsecas de las variedades entre las que podría tener cabida la densidad estomática, caso de que este pueda ser considerado un carácter varietal.

4. Conclusiones

La $\delta^{18}O$ del agua del mosto parece reflejar la memoria evaporativa del agua, al menos de los últimos estadios del ciclo reproductor, pudiendo así mejorar la información que suministra la $\delta^{13}C$ sobre la eficiencia hídrica del vegetal. Su determinación podría permitir separar los efectos de la conductancia estomática, g_s , de la influencia de los cambios en la fotosíntesis sobre el $\delta^{13}C$ (Farquhar *et al.* 1998): los patrones de $\delta^{18}O$ están relacionados con g_s cuando esta está controlada por el déficit de presión de vapor del aire, VPD; comparten, por tanto, con la huella $\delta^{13}C$ esa relación con g_s , pero no con la actividad de la Rubisco.

La imposibilidad de determinar en qué medida el VPD, o el potencial hídrico de la planta regulan la g_s , impide poder sacar una conclusión clara sobre eficiencia hídrica con base en la medida del $\delta^{18}O$.

5. Bibliografía

- ALLEN, G.R.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. 1998. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements.** FAO Irrigation and drainage paper 56. Roma: FAO, 1998, 298 pp.
- BARBOUR, M.M.; FISCHER, R.A.; SAYRE, K.D.; FARQUHAR, G.D. 2000. **Oxygen isotope ratio of leaf and grain material correlates with stomatal conductance and grain yield in irrigated wheat.** Australian Journal of Plant Physiology, Vol. 27, pp.625-637
- BUZEK, F.; CEJKOVÁ, B.; JACKOVÁ, I.; LNÉNICKOVÁ, Z. 2017. **The $^{18}O/^{16}O$ Ratio of Retail Moravian Wines from the Czech Republic in Comparison with European Wines.** Food Analysis, Food Quality and Nutrition, Vol.35, No.3, pp. 200-207

- FARQUHAR, G.D.; O'LEARY, M.H.; BERRY, J.A. 1982. ***On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves.*** Australian Journal of Plant Physiology, Vol. 9, pp.121-137
- FARQUHAR, G.D; BARBOUR, M.M.; HENRY, B.K. 1998. ***Interpretation of oxygen isotope composition of leaf material.*** In 'Stable isotopes'. Ed. H Griffiths (Bio Scientific:Oxford), pp. 27-62
- FLANAGAN, L.B.; COMSTOCK, J.P.; EHLERINGER, J.R. 1991. ***Comparison of modeled and observed environmental-influences on the stable oxygen and hydrogen isotope composition of leaf water in Phaseolus vulgaris L.*** Plant Physiology, Vol. 96, pp. 588-596
- GAUDILLÈRE J. P.; VAN LEEUWEN C.; OLLAT N. 2002. ***Carbon isotope composition of sugars in grapevine, an integrated indicator of vineyard water status.*** Journal of Experimental Botany, Vol. 53, No. 369, pp. 757–763
- GÓMEZ-ALONSO, S.; GARCÍA-ROMERO, E. 2010. ***Effect of irrigation and variety on oxygen ($\delta^{18}\text{O}$) and carbon ($\delta^{13}\text{C}$) stable isotope composition of grapes cultivated in a warm climate.*** Australian Journal of Grape and Wine Research, Vol. 16, pp. 283-289
- OIV (International Organization of Vine and Wine), 2014. ***Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis***, Edition 2012. Paris.
- ROSSMANN, A.; RENIERO, F.; MOUSSA, I.; SCHMIDT, H.L.; VERSINI, G.; MERLE, M.H. 1999. ***Stable oxygen isotope content of water of EU data-bank wines from Italy, France and Germany.*** Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung a-Food Research and Technology, 208, pp. 400-407
- SANTESTEBAN, L.G.; MIRANDA, C.; BARBARIN, I.; ROYO, J.B. 2015. ***Application of the measurement of the natural abundance of stable isotopes in viticulture: a review.*** Australian Journal of Grape and Wine Research, Vol. 21, pp. 157-167
- Soil Survey Staff. 2006. ***Keys to Soil Taxonomy.*** 10th Edition USDA-NCRS.

La utilización de nuevas variedades de vid frente al cambio climático

M^a Pilar Gasco Ibáñez, Félix Cabello Sáenz de Santa María, Gregorio Muñoz Organero

Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Finca El Encín, Ctra. A-2, Km 38,200, 28800 Alcalá de Henares (Spain). Tel. 918879483, e-mail: gregorio.munoz@madrid.org

Resumen

El cambio climático puede afectar a las características de la uva en su composición y por tanto a la calidad de los vinos. La búsqueda de variedades adaptadas a las nuevas condiciones puede ser una solución a dicho problema. Durante 2018 se realizó un seguimiento pormenorizado de la fenología de las variedades incluidas actualmente en la D.O. Vinos de Madrid comparándolas con variedades extranjeras y con algunas variedades minoritarias españolas que no se cultivan actualmente en la zona. Los resultados avisan que algunas variedades de maduración temprana como Albillo Real y Tempranillo podrían ser sustituidas en un futuro por algunas de las variedades estudiadas, que actualmente no maduran bien pero que se verían favorecidas para obtener vinos de calidad en periodos de maduración con temperaturas más altas. Este es el caso de Diagalves y de Alcañón.

1. Introducción

El clima es el factor más determinante en la producción vitivinícola debido a la influencia en la fisiología de la vid a través de la temperatura, la lluvia, la evapotranspiración potencial, las horas de sol y el viento. La duración del período de crecimiento del viñedo está relacionada con los factores climáticos y las técnicas de cultivo (Fernández, 2011).

El cambio climático es una realidad publicada en muchos estudios (Van Leeuwen et al. 2016; Honorio et.al., 2017) donde se habla de sus evidencias, los posibles escenarios futuros, las consecuencias potenciales y las medidas para adaptarse o mitigar esos efectos. Los cambios en el régimen de temperatura y precipitación están alterando la fenología, acelerando los estadios fenológicos cada año (Fernández, 2011; Yuste, 2017). Esto quiere decir que la temporada de crecimiento se acorta y la maduración ocurre con temperaturas más cálidas, pudiendo tener impactos negativos en la calidad de la uva y por tanto en la calidad del vino, en su crecimiento y en su rendimiento, aumentando la proliferación de plagas, etc., (Ramos et al. 2018). Unas nuevas condiciones del clima pueden favorecer el desarrollo de la vid en zonas donde actualmente no era posible su cultivo, lo que reconsideraría las áreas vitícolas en el futuro (Sotés, 2017).

Las investigaciones demuestran que los viñedos locales tradicionales soportan mayores períodos de estrés abiótico que los modernos, por lo que existe un creciente interés en explorarlos y explotarlos. Los productores mantienen distintas variedades locales de uva para obtener características fenotípicas únicas y cultivan otras que producen rendimientos regulares y proporcionan bayas con un equilibrio apropiado de azúcar, ácidos y otros compuestos, dando como resultado una gran diversidad de variedades con distintas características, algunas relacionadas con tolerancia a condiciones climáticas adversas (Wolkovich et al. 2017).

En España, el clima es muy diverso debido a la topografía y situación geográfica. Esta diversidad, unida a la diversidad varietal, permite producir vinos diferentes. En los últimos años el estudio de la zonificación vitícola ha adquirido una gran importancia por el esfuerzo de producir vinos de calidad competitivos en el mundo. Las circunstancias de adaptación frente al cambio climático serán diferentes dependiendo de la región. Existen regiones limitadas o muy condicionadas para el cultivo de la vid (relativamente frías, con exceso de precipitaciones, etc), que con los aumentos de temperatura podrían empezar a ser zonas favorables. En el otro extremo se encontrarían las zonas vitivinícolas actuales, que podrían verse afectadas negativamente por los aumentos de temperatura y el déficit de agua durante el período activo de la vid (Yuste, 2017). Para hacer frente a estos impactos es necesario que dentro de cada microclima y mesoclima se busquen sistemas de adaptación a corto, medio y largo plazo. Las medidas a corto plazo pueden considerarse una pequeña estrategia de protección contra el cambio climático y su objetivo será optimizar la producción y calidad. A medio plazo las medidas se basarían en la gestión del viñedo (manejo del suelo, desarrollo de cubiertas vegetales, cambios en los sistemas de poda). A largo plazo las medidas de adaptación incluirían los cambios de ubicación del viñedo y los cambios de variedades (Sotés, 2017, Yuste, 2017).

El objetivo de este trabajo es evaluar la adaptación al cambio climático de variedades de vid que actualmente no se cultivan en la Comunidad de Madrid para así poder estudiar su posible introducción en un futuro. Para ello se estudiarán los estados fenológicos y el periodo de maduración de variedades no cultivadas en la región utilizando como referencia variedades conocidas actualmente en cultivo.

2. Material y Métodos

El material utilizado en este trabajo (tabla 1) proviene de la colección de vid de “El Encín”, perteneciente al Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA) de la Comunidad de Madrid. Las 48 accesiones corresponden con variedades minoritarias de otras regiones de España y con variedades extranjeras no cultivadas en nuestro país, cuyo comportamiento se desconoce en la Comunidad de Madrid e incluyen 7 variedades tradicionalmente cultivadas en la D.O. Vinos de Madrid como variedades testigo.

El suelo en el que se cultiva el material vegetal estudiado se caracteriza por un color pardo claro en seco y pardo rojizo en húmedo, textura arcillosa-limosa, sin estructura, ligeramente aglomerado y bastante compacto. Las plantas, de 14 años de edad, están conducidas con poda corta en espaldera mediante un sistema de “cordón simple”. El clima general de Alcalá de Henares es mediterráneo continental, con una temperatura media anual de 13.1°C y una precipitación anual de 434mm. En la estación meteorológica de la finca “el Encín” se registraron los datos de temperatura durante los meses del estudio y que quedan especificadas en la figura 1. La plantación se riega por goteo con dosis de apoyo durante el periodo vegetativo.

Tabla 1. Variedades utilizadas para el estudio.

Nombre de la variedad	Color	País de procedencia	Nombre de la variedad	Color	País de procedencia
Airén*	Blanca	España	Gordera negra	Negra	España
Albillo criollo	Blanca	España	Juliana	Roja	España
Albillo Real*	Blanca	España	July muscat	Blanca	EE.UU
Alcañón	Blanca	España	Kischmisch ali blanc	Blanca	desconocido
Balbal	Blanca	Turquía	Lesnoi belyi maraginsk II	Blanca	Daghestan
Beitamouni	Blanca	Líbano	Malvar*	Blanca	España
Black prince	Negra	desconocido	Malvasia bianca di candia	Blanca	Italia
Cabernet Sauvignon*	Negra	Francia	Marawi	Blanca	Israel
Caiño Longo	Negra	España	Muscat Saint Laurent	Blanca	Francia
Carina	Rosa	Australia	Olivette blanche	Blanca	Francia
Castelao	Negra	Portugal	Pan y Carne	Negra	España
Cayetana blanca*	Blanca	España	Piratininga	Roja	Brasil
Churriago	Negra	España	Regent	Negra	Alemania
Colombard	Blanca	Francia	Rome tinto	Negra	España
Cornifesto	Negra	Portugal	Senorito	Negra	España
Diagalves	Blanca	Portugal	Tempranillo*	Negra	España
Dimyat	Blanca	Bulgaria	Tempranillo Gris	Gris	España
Dodrelyabi	Negra	Georgia	Tinto cao	Negra	Portugal
Dongine	Blanca	Francia	Touriga nacional	Negra	Portugal
Early muscat	Blanca	EE.UU	Trepát blanco	Blanca	España
Folle Blanche	Blanca	Francia	Verdea	Blanca	Italia
Friulano	Blanca	Italia	Verdelho Branco	Blanca	Portugal
Garnacha Tinta*	Negra	España	Verijadiego	Blanca	España
Golden muscat	Blanca	EE.UU	Vijariega común	Blanca	España

*Variedades testigo

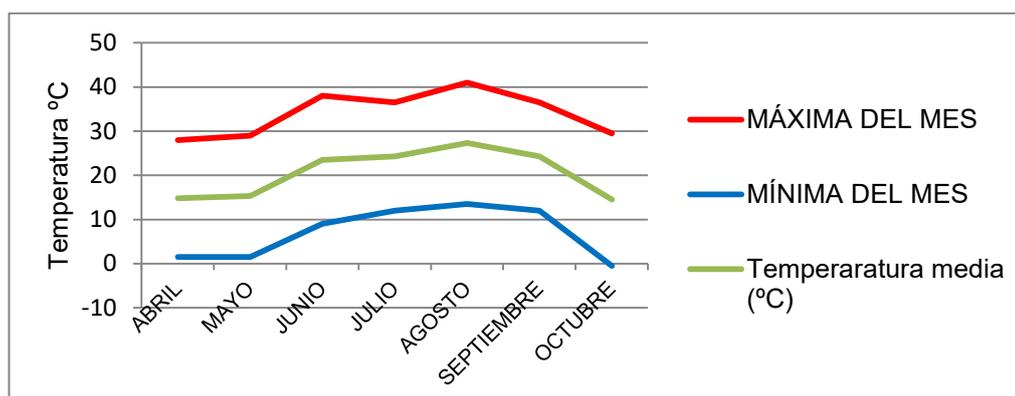


Fig. 1: Temperaturas medias, máximas y mínimas de los meses de abril a octubre en Alcalá de Henares (Madrid). Estación meteorológica de “El Encín”.

Se ha realizado un seguimiento fenológico de todas las variedades utilizando la escala BBCH recomendada para la vid por Rustioni et al. (2014). Cuando las bayas pasan el estado fenológico 85 y el racimo está enverado al 100%, comienza el seguimiento de la maduración del fruto mediante la medida semanal de azúcares en la uva por refractometría.

3. Resultados

Las figuras 2 y 3 muestran la evolución de los estados fenológicos de las variedades estudiadas desde la brotación hasta el comienzo de la maduración. Las diferencias en las fechas en que tienen lugar los diversos estados son importantes, tanto en las variedades minoritarias y extranjeras que se estudian por primera vez en la región de Madrid, como entre las variedades que ya se están cultivando en dicha región durante décadas y seguramente siglos. Las que mejor se adaptarían a soportar primaveras más frías y por tanto con mayor peligro de heladas serían las de brotación más tardía, como es el caso de Trepát Blanco, Verijadiego, Tempranillo Gris, Romé Tinto y Juliana (minoritarias) o de July Muscat, Tinto Cao, Piratininga, Balbal y Friulano (extranjeras). En la actualidad las variedades Tempranillo y Airén, estarían en este grupo dentro de las cultivadas en la D.O. Vinos de Madrid (figura 3).

En el extremo opuesto estarían las variedades Black Prince, Churriago, Cornifesto, Alcañón, Lesnoi Belyi Maraginsk II, Verdea, Marawi, Kismisch Ali Blanc, Senorito, Touriga Nacional, Kishmish Vatkana, Dorelyabi, Verdelho Branco, Muscat Saint Laurent, Colombard, Dimyat, Regent y Gordera Negra. Todas ellas son de brotación muy temprana, similar al Albillo Real que se cultiva en la región. Un aumento de las temperaturas primaverales favorecería el cultivo de estas variedades en esta zona, sin embargo, serían descartables si las temperaturas primaverales descendían.

Las fechas de floración (estado fenológico 65), así como los momentos anteriores y posteriores a la misma, son importantes por la mayor sensibilidad de la planta a ataques fúngicos, coincidiendo en la actualidad también con condiciones meteorológicas favorables al desarrollo de mildiu y oidio. La programación de los tratamientos deberá vigilar este periodo si las condiciones climáticas cambian. La duración del periodo comprendido entre brotación y floración abarca varios estados que se suceden en un tiempo inferior a dos meses y está muy vinculado a las temperaturas durante dicho periodo. En el mismo se desarrolla el brote con un crecimiento continuo desde el desborre de la yema hasta la apertura de las flores y que continúa después del cuajado, existiendo todavía cierto riesgo de heladas primaverales especialmente durante el primer mes. La sensibilidad de la planta en cada uno de los estados y la precocidad de la variedad van a ser factores clave para la frecuencia o ausencia de este tipo de daños.

Respecto al período de maduración (figuras 4 y 5), las variedades más tempranas, en el caso de un aumento de temperaturas, madurarían más rápido, por lo que tendrían dificultades para obtener una calidad adecuada del fruto debido a la síntesis rápida de aromas, compuestos responsables del color y otros componentes de la uva, perdiendo calidad el fruto (Yuste, 2017). Por ello, serían las variedades más tardías en madurar las que tendrían una evolución más apropiada siendo las más aconsejables en el hipotético caso de un aumento de temperaturas. Yuste en 2017 matiza que la alteración de los perfiles de maduración puede suavizarse si se modifica el manejo del viñedo, sobre todo en lo relativo al equilibrio en los compuestos de la uva.

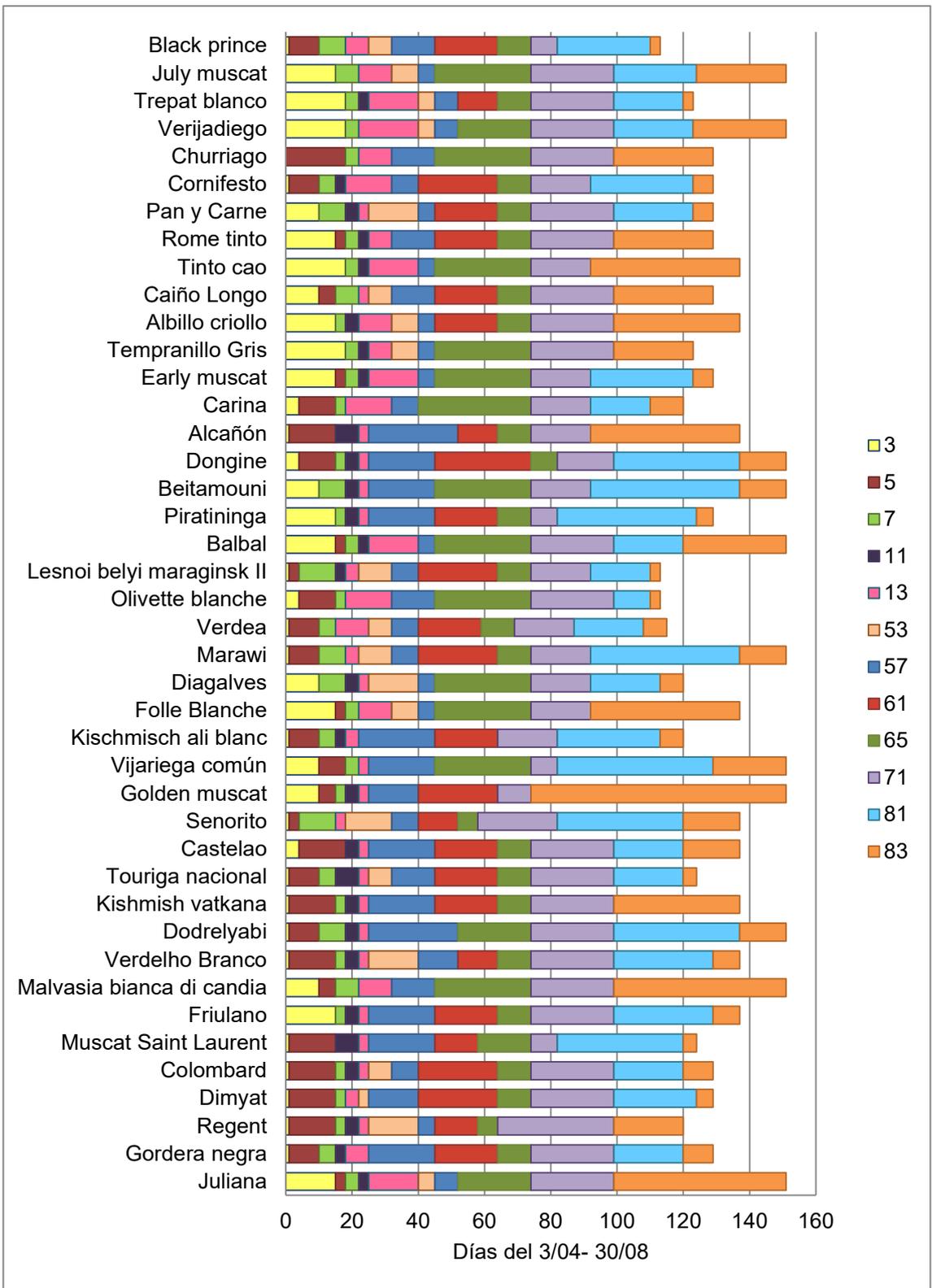


Fig. 2: Estados fenológicos desde brotación hasta comienzo de maduración (escala BBCH) de las variedades estudiadas no cultivadas en Madrid.

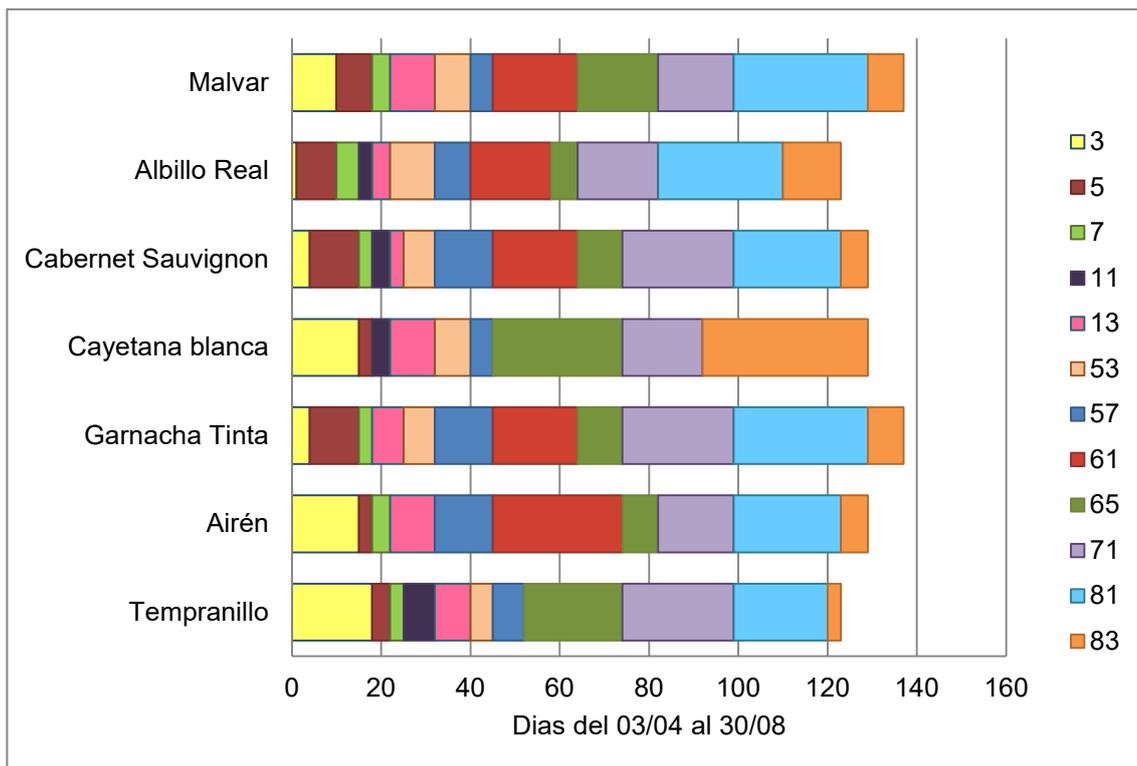


Fig. 3: Estados fenológicos desde brotación hasta comienzo de maduración (escala BBCH) de las variedades testigo cultivadas en Madrid.

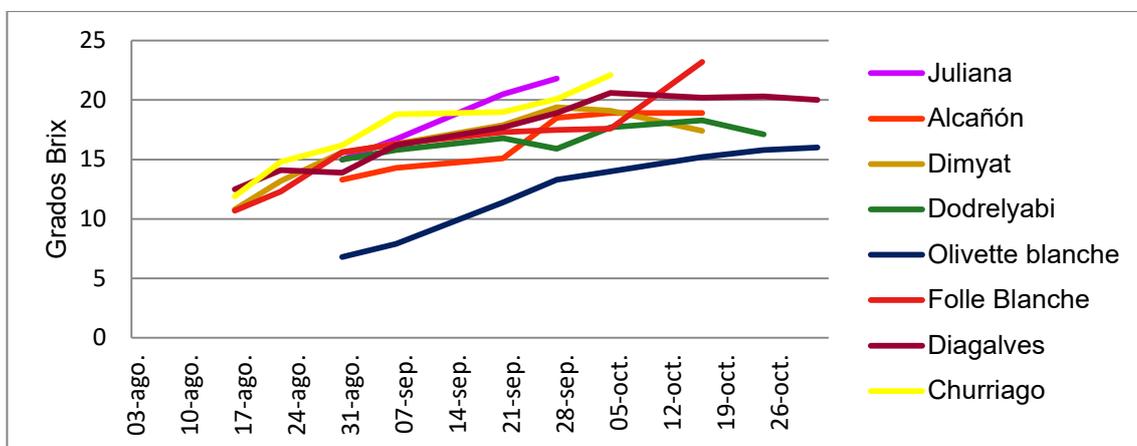


Fig. 4: Seguimiento de maduración de las variedades más tardías estudiadas no cultivadas en Madrid.

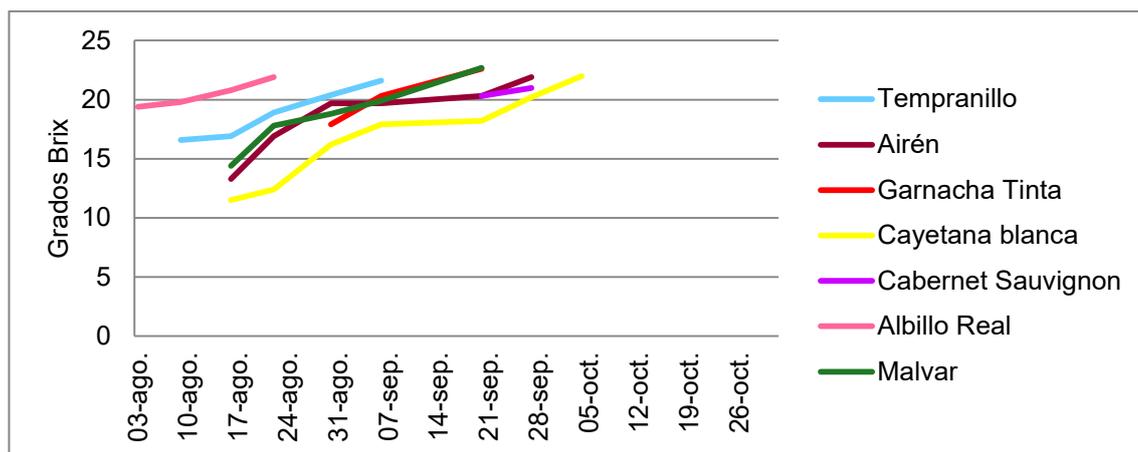


Fig. 5: Seguimiento de maduración de las variedades testigo cultivadas en Madrid.

Las variaciones son más marcadas al inicio del periodo de maduración (después del invierno), que en las cercanías del punto de madurez, por lo que son las temperaturas en este periodo las más influyentes en la velocidad de síntesis de compuestos de calidad en la uva. La fecha de vendimia se fija en función de la calidad deseada del fruto. Normalmente se elige el grado de madurez óptimo (madurez tecnológica) que es posterior al de madurez fisiológica (cese de acumulación de azúcares), pero ese grado de madurez no se alcanza en todas las variedades estudiadas, algunas de ellas alcanzan un máximo de concentración de azúcares inferior a los valores alcanzados por el resto de variedades y fuera del rango habitual utilizado para la elaboración de vinos de calidad.

Algunas de las variedades que actualmente se cultivan en la D.O. Vinos de Madrid (figura 5), como es el caso de Albillo Real, pero también de Tempranillo, se verían seriamente perjudicadas si la velocidad de maduración se acelera por un aumento de temperaturas. Otras variedades de maduración más tardía como Airén, Cayetana Blanca y Cabernet Sauvignon se verían menos afectadas.

Las demás variedades estudiadas, de origen foráneo en la región de Madrid, entre las que se incluyen variedades extranjeras y variedades minoritarias de otras regiones españolas, tienen en general ciclos de maduración más largos. De hecho, algunas de ellas no llegan a madurar adecuadamente en las condiciones actuales y podrían cultivarse probablemente si se incrementaran las temperaturas en la zona. Se trata de las variedades Juliana, Alcañón, Dimyat, Dodrelyabi, Olivette Blanche, Folle Blanche, Diagalves y Churriago. Algunas de estas variedades alcanzan la madurez en el mes de octubre y otras no consiguen un correcto grado de maduración.

Otro elemento climático no evaluado en este trabajo es la disponibilidad hídrica, que tanta incidencia tiene sobre la composición de la uva y la síntesis de los compuestos responsables de su calidad. Por ello, una disminución de las precipitaciones haría necesario un aporte de agua mediante riegos en muchos de los viñedos de secano actuales.

La elección de variedades adecuadas podría ser una solución a medio-largo plazo frente a la subida de temperaturas por el cambio climático durante los meses de maduración de la uva. Las prácticas culturales y la elección de portainjertos que retrasen la maduración serían otros factores a tener en cuenta para la obtención de uva madura en condiciones adecuadas.

4. Conclusiones

Los efectos del cambio climático sobre la viticultura pueden mitigarse con el cultivo de nuevas variedades. Las diferencias en las fechas de brotación y maduración pueden suponer algunas veces varias semanas de unas variedades a otras.

Las variedades representativas de la D.O Vinos de Madrid, en general maduran antes que algunas variedades que actualmente no se cultivan en la zona, por lo que, en el hipotético caso de un aumento de temperaturas, una sustitución de las variedades de maduración más temprana por otras más tardías podría ser una solución para seguir produciendo vinos de calidad.

5. Bibliografía

- FERNÁNDEZ, M. 2011. **Estudio fenológico en un viñedo en la Comarca de Ribeiro**. Universidad de Vigo, Departamento de biología vegetal y ciencias del suelo. Tesis doctoral.
- HONORIO, F.; PANIAGUA, L.; MORAL, F.J.; REBOLLO, F.J.; GARCÍA, A. 2017. **Caracterización y zonificación vitícola de España Peninsular**. Fundación para la cultura del vino, capítulo 8, pp 61-72.
- RAMOS, M.C.; JONES, G.; YUSTE, J. 2018. **Phenology of Tempranillo and Cabernet Sauvignon varieties cultivated in the Ribera del Duero DO: observed variability and predictions under climate change scenarios**. OENO-ONE, 51(1).
- RUSTIONI, L., COLA, G., FIORI, S., FAILLA, O., BACILIERI, R., MAUL, E.; MAGHRADZE, D. 2014. **Application of standard methods for the grapevine (*Vitis vinifera* L.) phenotypic diversity exploration: phenological traits**. Acta Horticulturae, 1032, 253-260.
- SOTÉS, V. 2017. **Evaluación climática y previsiones para el sector vitivinícola, adaptación del viñedo**. Fundación para la cultura del vino, capítulo 2, pp11-20.
- VAN LEEUWEN, C. and DARRIET, P. 2016 **The impact of climate change on viticulture and wine quality**. Journal of wine economics, volumen 11, number 1, pp 150-167.
- WOLKOVICH, E.M.; GARCÍA, I.; MORALES-CASTILLA, I.; NICHOLAS, K.A.; LACOMBE, T. 2017 **From Pinot to Xinomavro in the world's future wine-growing regions**. Nature climate change, pp 1-9.
- YUSTE, J. 2017. **Estrategias vitícolas frente al cambio climático: Influencia en la maduración tecnológica y fenólica, en el aroma y la composición nitrogenada de la uva**. Fundación para la cultura del vino, capítulo 5, pp 31-41.

6. Agradecimientos

Agradecemos al INIA y a la Comisión Europea la financiación de este trabajo en el marco del proyecto RFP2017-3.

Estudio preliminar del comportamiento en sequía de nuevos genotipos de vid

Diego José Fernández-López*, Pascual Romero, José Ignacio Fernández-Fernández, José Luis Lozano, Celia Martínez-Mora, Ana Fuentes-Denia, Isidro Hita, José Antonio Martínez-Jiménez, Eliseo Salmerón, Leonor Ruiz-García**.

*Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). C/ Mayor s/n, 30150-La Alberca. Murcia. Tfno.: 968368584. *e-mail: diegoj.fernandez@carm.es **e-mail: leonor.ruiz@carm.es*

Resumen

La sequía es un factor limitante en la producción agrícola de la cuenca mediterránea. Una de las estrategias a seguir para abordar este problema, es la obtención de nuevas variedades más tolerantes a la sequía. En un ensayo preliminar se han evaluado 11 nuevos genotipos obtenidos dentro del programa de mejora de uva para vinificación desarrollado en el IMIDA, procedentes de cruzamientos dirigidos de Monastrell por Cabernet Sauvignon y Syrah. Estos genotipos se seleccionaron inicialmente por su calidad enológica. El ensayo se ubica en una zona muy cálida, situada en la finca experimental del Chaparral (Cehegín, Murcia). Se han aplicado dos tratamientos de riego, un riego que aporta el 30% de la evapotranspiración del cultivo y un tratamiento de secano que solo aporta el agua de las precipitaciones. Los parámetros fisiológicos evaluados durante el primer año de ensayo, junto con los parámetros de producción y calidad de la uva, nos han permitido preseleccionar 6 genotipos de interés por su comportamiento en condiciones de sequía. Estos genotipos se seguirán estudiando durante los próximos años con el fin de seleccionar finalmente los que mantengan una buena calidad agronómica y enológica en condiciones de sequía.

1. Introducción

El aumento de temperaturas y el descenso de las precipitaciones son algunas de las consecuencias del cambio climático, que afectan especialmente a las zonas mediterráneas (Guiot y Cramer, 2016). La reducción de los recursos hídricos disponibles afecta a la productividad y a la calidad final de la uva y el vino (Fraga et al. 2013; Ruiz-García y Romero, 2018). Una medida preventiva y de adaptación para mitigar estos efectos adversos, es la obtención de nuevas variedades mejor adaptadas al nuevo escenario climático (Martínez-Cutillas et al. 2018; Ruiz-García y Romero, 2018; Ruiz-García et al. 2018). El ensayo se realiza en una zona mediterránea, como es la Región de Murcia, caracterizada por tener un clima mediterráneo de tipo semiárido, con veranos calurosos e inviernos suaves, donde las precipitaciones son escasas con una media anual que se sitúa entre 300 y 350 mm/año. En esta región la variedad Monastrell tiene una gran transcendencia, siendo la principal variedad en las D.O. de Bullas, Jumilla y Yecla, y ocupando el 81 % de la superficie cultivada (Riquelme, 2018). El objetivo de este estudio se centra en la preselección de nuevos genotipos procedentes de cruzamientos dirigidos de Monastrell con Cabernet Sauvignon y Syrah, para estudiar los distintos mecanismos de respuesta de las plantas frente a condiciones de sequía, y seleccionar finalmente aquellos que se comportan mejor bajo condiciones de déficit hídrico.

2. Material y Métodos

El ensayo se ubica en una de las zonas vitícolas más cálidas de la Región de Murcia, situada en el Chaparral (Cehegín, Murcia), en la finca experimental “Hacienda Nueva” del IMIDA.

En la Tabla 1 se muestra la evolución de algunas variables meteorológicas durante el ensayo (abril-octubre 2018), gracias a los datos recogidos de la estación agrometeorológica disponible en la finca experimental (<http://siam.imida.es/>).

Tabla 1. Variables meteorológicas en diferentes periodos fenológicos. Valores acumulativos de Precipitaciones (mm) y Evapotranspiración de referencia ET_0 (mm). Valores medios del Déficit de presión de vapor DPV (Kpa), y de la Temperatura máxima diaria del aire T^a máx. ($^{\circ}C$).

Periodo fenológico	Precipitaciones (mm)	ET_0 (mm)	DPV (Kpa)	T^a máx ($^{\circ}C$)
Brotación-Floración	55,50	183,64	0,85	21,40
Floración-Envero	41,30	398,78	1,69	30,20
Envero-Maduración	0,40	77,67	2,12	34,75
Maduración-Post cosecha	62,10	195,45	1,16	29,58
Todo el periodo	159,30	855,54	1,45	28,98

Material vegetal

Se han evaluado las variedades parentales junto con 11 selecciones derivadas de cruzamientos de Monastrell (M) por Cabernet Sauvignon (C) y Syrah (S): MC16, MC19, MC38, MC49, MC56, MC59, MC72, MC80, MC84, MS49 y MS104. El material en estudio está injertado sobre el patrón 110-R. La identificación genotípica e inequívoca del material vegetal (Tabla 2) se realizó mediante PCR y el análisis de 9 marcadores moleculares tipo SSR (Simple Sequence Repeat) como se describe en Bayo-Canha et al. (2012).

Tabla 2. Genotipo obtenido con el análisis de 9 marcadores moleculares tipo SSR. Los tamaños amplificados se expresan en pares de bases, y se distinguen por un código de colores en función del parental del que se han heredado.

Material vegetal	Vmc1a12	Vmc1e11	Vmc2h10	Vmc5e9	Vmc8g6	Vviv67	Vvmd5	Vvmd28	Vvmd27
Monastrell	119 137	188 194	106 116	214 227	139 173	357 364	223 237	242 256	177 187
Cabernet S.	121 150	192 196	104 128	195 218	161 165	364 372	229 237	232 234	173 187
Syrah	137 150	196 206	104 128	218 222	169 173	361 381	223 229	216 226	187 189
MC16	119 150	192 194	116 128	218 227	139 165	357 372	229 237	234 256	187 187
MC19	137 150	188 196	104 106	214 218	161 173	364 364	237 237	232 242	177 187
MC38	119 150	188 196	104 116	195 227	139 165	364 364	237 237	232 242	173 187
MC49	119 121	188 192	104 106	195 214	165 173	364 364	229 237	232 242	173 187
MC56	119 121	192 194	116 128	218 227	161 173	357 364	237 237	234 256	187 187
MC59	119 121	188 196	104 106	195 214	139 161	364 372	223 237	232 256	173 187
MC72	121 137	194 196	104 116	195 227	139 165	364 372	223 229	234 256	173 177
MC80	121 137	194 196	104 106	195 214	165 173	357 364	223 237	232 256	187 187
MC84	121 137	188 192	104 116	214 218	161 173	357 372	237 237	234 256	187 187
MS49	137 150	188 206	116 128	214 218	173 173	357 381	229 237	226 242	187 187
MS104	119 150	194 196	104 116	218 227	169 173	361 364	223 223	226 256	187 187

Diseño experimental y Tratamientos de riego en campo

La plantación está organizada en 3 bloques completos al azar, con un marco de plantación de 2,5 x 1 m, y con 1 gotero por híbrido. Dentro de cada bloque, cada tratamiento de

riego consta de 6 plantas por genotipo. De estas 6 plantas se han evaluado 3, excluyendo las cepas de los extremos para evitar el efecto borde y la posible influencia de tratamientos anexos. Se han aplicado dos tratamientos de riego desde abril a octubre (brotación - post cosecha): un tratamiento de riego que aplica el 30% de la evapotranspiración del cultivo (ET_c); y un tratamiento de secano que solo aporta el agua de las precipitaciones. Además, se han aplicado dos riegos de apoyo (12 y 30 de agosto), equivalentes a la media del historial pluviométrico de la zona de los últimos 10 años. La ET_c se calculó según lo descrito en Romero et al. (2010).

Parámetros fisiológicos

Los parámetros fisiológicos se midieron antes de aplicar el riego correspondiente, cada 15 días, en días despejados y durante todo el ciclo vegetativo, siguiendo el protocolo descrito en Romero et al. (2010). El estado hídrico de la vid se determinó midiendo el potencial hídrico del tallo a mediodía (Ψ_s), medido a las 12:00 horas con una cámara de presión Scholander (modelo 600). El intercambio gaseoso se midió entre las 09:00 y las 11:00 horas. Los parámetros de fotosíntesis (A_N), conductancia estomática (g_s), y la eficiencia intrínseca (A_N/g_s) se determinaron con un analizador portátil de fotosíntesis por infrarrojos (IRGA) LICOR 6400, empleando una fuente de luz roja/azul 6400-02B LED insertada en la cámara.

Parámetros de producción y calidad

La vendimia se realizó cuando los distintos genotipos alcanzaron la madurez adecuada, anotándose la producción (Kg/cepa) y el peso medio de las bayas (g). Para cada genotipo y tratamiento de riego, se realizó un análisis de la calidad de la uva midiendo el contenido de antocianos y de polifenoles totales CFT (suma del contenido en piel y pepita), grados Baumé y pH (Romero et al. 2010). Los análisis estadísticos se han realizado con el programa Statgraphics Centurion XVI Versión 16.1.18.

3. Resultados

Estado hídrico y parámetros de intercambio gaseoso

En la Tabla 3 se muestran solo los resultados obtenidos en la etapa fenológica de la vendimia. Siguiendo la clasificación de Linares et al. (2007): Monastrell, MC72 y MC19 no presentan estrés hídrico en las condiciones de regadío (Ψ_s superior a -1,0 MPa); MC80, Syrah y Cabernet Sauvignon presentan un estrés hídrico moderado (Ψ_s desde -1,2 a -1,4 MPa); el resto de las selecciones presentan un estrés hídrico medio (Ψ_s desde -1,0 a -1,2 MPa). Como era de esperar, todos los genotipos presentan un potencial hídrico menos estresado en regadío que en secano, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas en todos los casos. En las condiciones de secano: Monastrell y MS104 presentan un estrés hídrico medio; MC38, MC49, MC72 y MC80 presentan un estrés hídrico moderado; el resto de genotipos presentan un estrés hídrico fuerte (Ψ_s desde -1,4 a -1,6 MPa).

Para un mismo genotipo, la tasa fotosintética neta A_N disminuye en secano frente a regadío (Tabla 3), aunque las diferencias no son estadísticamente significativas debido en muchos casos a la gran variabilidad de los datos obtenidos por genotipo y tratamiento. El parental Cabernet Sauvignon presenta valores de A_N superiores, tanto en regadío como en secano, a Monastrell y Syrah. Todas las selecciones presentan una buena A_N en regadío, siendo

MS104 la selección con un mayor valor de A_N ($10,49 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) frente a MC16 que presenta el menor valor ($7,05 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). En secano, las selecciones MS49, MC84 y MC49 presentan los mayores valores de A_N , superiores en todos los casos a $7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Por otro lado, la menor tasa fotosintética en secano la presenta MC59 ($4,50 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). La mayor diferencia en la tasa fotosintética entre regadío y secano se da en MC59, MS104 y MC19 frente a Cabernet Sauvignon, MS49 y Syrah que presentan la menor diferencia (Tabla 3).

Tabla 3. Estado hídrico y parámetros de intercambio gaseoso en periodo de vendimia.

Mediciones realizadas en regadío y secano el 25/09/2018. Potencial hídrico del tallo Ψ_s (MPa); Tasa de fotosíntesis neta A_N ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Conductancia estomática g_s ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Eficiencia intrínseca del uso del agua A_N/g_s ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$). En la tabla figura además el valor medio y las diferencias significativas entre genotipos dentro de un mismo tratamiento de riego (a, b, c, d, e) y entre tratamientos de riego dentro de un mismo genotipo (α , β).

Material vegetal	Ψ_s		A_N		g_s		A_N/g_s	
	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano
Monastrell	-0,93 ^e α	-1,09 ^c α	7,50 ^a α	6,42 ^a α	0,074 ^a α	0,052 ^{ab} α	101 ^{abcd} α	122 ^c β
Cabernet S.	-1,33 ^a β	-1,55 ^a α	11,24 ^a α	11,07 ^b α	0,096 ^a α	0,082 ^b α	117 ^{bcd} α	134 ^c α
Syrah	-1,26 ^{ab} α	-1,40 ^{abc} α	7,93 ^a α	7,68 ^{ab} α	0,074 ^a α	0,060 ^{ab} α	107 ^{abcd} α	128 ^c α
MC16	-1,19 ^{abcd} β	-1,42 ^{ab} α	7,05 ^a α	6,17 ^a α	0,069 ^a α	0,056 ^{ab} α	89 ^a α	112 ^{abc} α
MC19	-0,99 ^{de} β	-1,42 ^{ab} α	9,40 ^a α	5,94 ^a α	0,078 ^a α	0,045 ^a α	122 ^{cd} α	129 ^c α
MC38	-1,02 ^{cde} β	-1,28 ^{abc} α	7,82 ^a α	6,17 ^a α	0,063 ^a α	0,067 ^{ab} α	124 ^d β	86 ^a α
MC49	-1,08 ^{bcde} α	-1,33 ^{abc} α	8,77 ^a α	7,12 ^{ab} α	0,078 ^a α	0,064 ^{ab} α	115 ^{bcd} α	110 ^{abc} α
MC56	-1,08 ^{bcde} β	-1,57 ^a α	8,51 ^a α	6,76 ^a α	0,089 ^a α	0,058 ^{ab} α	97 ^{ab} α	116 ^{bc} β
MC59	-1,19 ^{abcd} α	-1,42 ^{ab} α	9,70 ^a β	4,50 ^a α	0,092 ^a β	0,049 ^{ab} α	106 ^{abcd} β	88 ^{ab} α
MC72	-0,94 ^e β	-1,35 ^{abc} α	8,87 ^a α	5,86 ^a α	0,082 ^a α	0,047 ^a α	109 ^{abcd} α	127 ^c α
MC80	-1,23 ^{abc} α	-1,37 ^{abc} α	8,19 ^a α	6,70 ^a α	0,085 ^a α	0,058 ^{ab} α	99 ^{abc} α	115 ^{bc} α
MC84	-1,01 ^{cde} β	-1,43 ^a α	9,44 ^a α	7,41 ^{ab} α	0,092 ^a α	0,063 ^{ab} α	104 ^{abcd} α	117 ^{bc} α
MS49	-1,10 ^{bcde} β	-1,50 ^a α	7,65 ^a α	7,43 ^{ab} α	0,077 ^a α	0,064 ^{ab} α	102 ^{abcd} α	117 ^{bc} α
MS104	-1,09 ^{bcde} α	-1,13 ^{bc} α	10,49 ^a α	6,63 ^a α	0,103 ^a α	0,059 ^{ab} α	104 ^{abcd} α	111 ^{abc} α
Media	-1,10	-1,37	8,75	6,85	0,082	0,059	107	115

La conductancia estomática g_s también disminuye en secano frente a regadío para un mismo genotipo y tratamiento, a excepción de MC38 (Tabla 3), aunque las diferencias no son estadísticamente significativas debido a la gran variabilidad de los datos obtenidos por genotipo y tratamiento. En vendimia, Cabernet Sauvignon muestra valores de g_s superiores a Monastrell y Syrah tanto en regadío como en secano (Tabla 3). En regadío, los mayores valores de g_s se dan en MS104, MC59 y MC84 frente a MC38 que presenta el valor más bajo. La selección MC38 presenta el mayor valor de g_s en secano ($0,067 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) frente a MC19 que presenta el menor valor ($0,045 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). La mayor diferencia en la conductancia estomática entre regadío y secano se dio en MS104 y MC59 frente a MC38 que presentó la menor diferencia.

En cuanto a la eficiencia intrínseca del uso del agua A_N/g_s ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), en la mayoría de los casos es más elevada en secano que en regadío, excepto para las selecciones

MC38, MC49 y MC59 (Tabla 3), con un valor medio superior a 100 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ tanto en regadío como en secano. Cabernet Sauvignon presenta los mayores valores de A_N/g_S tanto en regadío como en secano. En regadío, las selecciones MC38 y MC19 presentan los valores más altos de eficiencia intrínseca del uso del agua, frente a MC16. En secano, la selección MC19 presenta de nuevo el valor más alto (129 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), frente a MC38 que muestra el valor más bajo (86 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$). La mayor diferencia en la eficiencia intrínseca del uso del agua entre regadío y secano se da en MC38 frente a MC49 que presentó la menor diferencia (Tabla 3).

Vendimia y parámetros de producción y calidad de la uva

La fecha de vendimia se muestra en la Tabla 4, junto con los datos de producción y el peso medio de la baya. Los parentales se vendimiaron en la misma fecha en regadío y en secano, siendo Syrah el parental más temprano. Entre las selecciones se pueden distinguir tres grupos: (1) sin diferencias significativas entre tratamientos de riego (MC59 y MC80); (2) adelantan su fecha de vendimia en secano (MC16, MC72, MC84, MS49, MS104); (3) retrasan su fecha de vendimia en secano (MC19, MC38, MC49 y MC56).

Tabla 4. Fecha de vendimia, producción (Kg/planta) y peso de la baya (g). En la tabla figura además el valor medio y las diferencias significativas entre genotipos dentro de un mismo tratamiento de riego (a, b, c, d, e, f, g, h) y entre tratamientos de riego dentro de un mismo genotipo (α , β).

Material vegetal	Vendimia		Producción (Kg/planta)		Peso baya (g)	
	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano
Monastrell	2-oct. ^{h, α}	2-oct. ^{k, α}	2,70 ^{efgh β}	2,00 ^{bcd α}	1,270 ^{d α}	0,945 ^{a α}
Cabernet S.	25-sep. ^{g, α}	26-sep. ^{i, α}	2,43 ^{defg β}	1,83 ^{bcd α}	1,175 ^{bcd α}	0,835 ^{a α}
Syrah	30-ago. ^{b, α}	30-ago. ^{b, α}	2,09 ^{bcd β}	1,59 ^{abc α}	0,970 ^{abcd α}	0,860 ^{a α}
MC16	24-sep. ^{f, β}	20-sep. ^{g, α}	2,55 ^{defg α}	2,10 ^{de α}	0,970 ^{abcd α}	0,750 ^{a α}
MC19	12-ago. ^{a, α}	24-sep. ^{h, β}	1,83 ^{bc α}	1,56 ^{ab α}	1,165 ^{bcd β}	0,785 ^{a α}
MC38	30-ago. ^{b, α}	3-sep. ^{c, β}	2,11 ^{bcd β}	1,25 ^{a α}	0,865 ^{abc β}	0,725 ^{a α}
MC49	3-sep. ^{c, α}	6-sep. ^{e, β}	1,21 ^{a α}	1,82 ^{bcd β}	1,060 ^{abcd α}	0,825 ^{a α}
MC56	24-sep. ^{f, α}	26-sep. ^{j, β}	2,23 ^{bcd α}	1,96 ^{bcd α}	0,855 ^{abc α}	0,660 ^{a α}
MC59	2-oct. ^{h, α}	2-oct. ^{k, α}	2,42 ^{def β}	1,55 ^{ab α}	1,200 ^{cd α}	0,945 ^{a α}
MC72	30-ago. ^{b, β}	28-ago. ^{a, α}	1,74 ^{b β}	1,25 ^{a α}	0,935 ^{abcd β}	0,775 ^{a α}
MC80	2-oct. ^{h, α}	2-oct. ^{k, α}	2,89 ^{fgh β}	2,07 ^{de α}	1,170 ^{bcd α}	0,875 ^{a α}
MC84	30-ago. ^{b, β}	28-ago. ^{a, α}	2,31 ^{cde β}	1,72 ^{bcd α}	0,820 ^{ab α}	0,680 ^{a α}
MS49	20-sep. ^{e, β}	10-sep. ^{f, α}	3,17 ^{h β}	2,27 ^{e α}	1,200 ^{cd β}	0,820 ^{a α}
MS104	6-sep. ^{d, β}	4-sep. ^{d, α}	2,90 ^{gh β}	2,00 ^{cde α}	0,720 ^{a α}	0,695 ^{a α}
Media			2,33	1,78	1,027	0,798

La producción (Kg/planta) disminuye en secano con respecto a regadío, excepto en el caso de MC49 (Tabla 4). Monastrell es el parental más productivo, tanto en regadío como en secano (2,70 y 2 Kg/planta, respectivamente). Las selecciones menos productivas en secano son MC38 y MC72 (1,25 Kg/planta) y la más productiva MS49 (2,27 Kg/planta). MS49 y MS104 sufren una mayor reducción de la producción en secano (0,90 Kg/planta) frente a MC19 y MC56

que sufren una menor reducción (0,27 Kg/planta). MC16, MC80, MS104 y MS49 son las selecciones más productivas tanto en regadío como en seco, superando la media (Tabla 4).

El peso de la baya (g) también disminuye en seco con respecto a regadío (Tabla 4). Monastrell es el parental con un mayor peso de baya tanto en regadío como en seco (1,27 y 0,95 g, respectivamente). En seco, MC56 presenta el menor peso de baya (0,66 g) y MC59 el mayor peso de baya (0,95 g). La menor reducción del peso de baya en seco frente a regadío se da en MS104 (0,025 g), y la mayor reducción se da en MC19 (0,38 g). MC49, MC59, MC80 y MS49 tienen un mayor peso de baya en ambos tratamientos, superando la media (Tabla 4).

Los parámetros de calidad de la uva evaluados figuran en la Tabla 5. En general, el contenido total de antocianos y el contenido en fenoles totales (CFT), referido al contenido en piel más pepita, incrementan en todos los genotipos en seco excepto en Monastrell, MC38, MC49 y MS104. Todas las selecciones presentan un mayor contenido de antocianos que las variedades parentales, tanto en regadío como en seco, a excepción de MC72 en regadío y MC49 en seco. Igualmente ocurre para el CFT, a excepción de MC59, MC56 y MC19 en regadío y MC49 y MS104 en seco (Tabla 5). De todas las selecciones, solo MC49 y MS104 no superan en sequía el valor medio de antocianos (2556 mg/Kg uva) ni de CFT (3095 mg/Kg uva), incluyendo MC72 para antocianos y MC19 para CFT.

Tabla 5. Parámetros evaluados de calidad de la uva. Antocianos (mg/Kg uva); Contenido en fenoles totales (piel más pepita) CFT (mg/Kg uva); grados Baumé; Acidez total (g/L tartárico); pH. En la tabla figura además el valor medio y las diferencias significativas entre genotipos dentro de un mismo tratamiento de riego (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l) y entre tratamientos de riego dentro de un mismo genotipo (α , β).

Material vegetal	Antocianos		CFT		°Baumé		pH	
	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano
Monastrell	1070 ^a α	992 ^a α	1696 ^a β	1382 ^a α	11,8 ^e α	11,0 ^c β	3,94 ^c α	3,94 ^e α
Cabernet S.	1344 ^b α	1923 ^c β	2041 ^{bc} α	2683 ^c β	13,7 ^g β	12,7 ^g α	4,00 ^e β	3,84 ^c α
Syrah	1462 ^{bc} α	1766 ^{bc} β	1790 ^{ab} α	2179 ^b β	13,7 ^g β	13,0 ^h α	4,04 ^f β	3,75 ^b α
MC16	2844 ^h α	3322 ^g β	2849 ^e α	3217 ^d β	13,8 ^h α	13,8 ^l α	4,17 ⁱ β	4,08 ^h α
MC19	2103 ^{fg} α	3344 ^g β	2038 ^{bc} α	3093 ^d β	11,6 ^c β	11,2 ^d α	3,95 ^c α	3,99 ^f β
MC38	3327 ⁱ β	2995 ^f α	4646 ^h β	4128 ^g α	13,7 ^{gh} β	12,2 ^f α	3,80 ^a β	3,73 ^a α
MC49	1926 ^{ef} β	1698 ^b α	2193 ^{cd} α	2007 ^b α	14,2 ^k β	13,3 ^k α	3,89 ^b α	4,00 ^f β
MC56	1817 ^{de} α	2798 ^e β	2023 ^{bc} α	3262 ^d β	14,2 ^j β	13,2 ^j α	4,08 ^g β	4,05 ^g α
MC59	1648 ^{cd} α	2618 ^e β	2021 ^{bc} α	3507 ^e β	11,6 ^d β	9,9 ^a α	4,15 ^h β	3,72 ^a α
MC72	1213 ^{ab} α	2254 ^d β	2098 ^c α	3316 ^{de} β	14,1 ⁱ β	13,3 ^k α	4,18 ⁱ β	4,14 ⁱ α
MC80	2807 ^h α	3224 ^g β	3239 ^f α	3844 ^f β	11,5 ^b α	12,7 ^g β	3,98 ^d α	4,10 ^h β
MC84	3717 ^j α	3739 ^h α	4303 ^g α	5111 ^h β	14,0 ⁱ β	13,1 ⁱ α	4,09 ^g α	4,10 ^h α
MS49	2385 ^g α	3173 ^{fg} β	2408 ^d α	3138 ^d β	12,6 ^f β	11,9 ^e α	4,00 ^{de} α	4,01 ^f α
MS104	2362 ^{gh} β	1935 ^c α	3483 ^f β	2462 ^c α	9,4 ^a α	10,5 ^b β	3,82 ^a α	3,91 ^d β
Media	2145	2556	2630	3095	12,85	12,29	4,00	3,95

En general, como era de esperar, la mayoría de los genotipos presentan un mayor °Baumé en regadío que en seco, excepto para las selecciones MC16 y MC19 que presentan un grado similar en ambos tratamientos, y MC80 y MS104 que tienen un °Baumé más alto en seco (Tabla 5). Tanto en regadío como en seco, MC59 y MS104 presentan valores más bajos que los parentales, mientras que MC16, MC49, MC56, MC72 y MC84 presentan valores más altos que los parentales.

El pH es mayor en regadío que en seco, a excepción de MC19, MC49, MC80 y MS104 que presentan valores inferiores en regadío, y de Monastrell, MC84 y MS49 que presentan valores similares en ambos tratamientos (Tabla 5). En seco podemos establecer cuatro grupos de pH: (1) selecciones MC38 y MC59 con pH inferior al de los parentales (pH inferior a 3,75); (2) MS104 con valor de pH situado entre los parentales (pH entre 3,75 y 3,95); (3) MC19, MC49, MC56 y MS49 con valores de pH entre 4,0 y 4,1; (4) MC16, MC72, MC80 y MC84 con valores de pH superiores a 4,1.

Preselección de genotipos

Los resultados obtenidos durante este primer año, nos han permitido preseleccionar 6 genotipos de interés (MC16, MC19, MC72, MC80, MS49 y MS104) para realizar un estudio más completo, y durante más años, sobre su respuesta a la sequía. Según los datos preliminares obtenidos hasta la fecha, estos 6 genotipos representan distintos mecanismos de respuesta de las plantas a la sequía.

MC19 y MC72 se han seleccionado por pasar de no tener estrés hídrico en regadío a tener estrés hídrico moderado en seco, presentando en seco valores muy bajos de conductancia estomática y valores muy altos de eficiencia intrínseca del uso del agua. Además, ambos genotipos tienen muy buen contenido fenólico en sequía, pero una baja producción (inferior a 2Kg/cepa). MC19 retrasa su vendimia en seco, pero no MC72.

MC16 y MS49 tienen estrés hídrico medio en regadío y un estrés hídrico fuerte en sequía, manteniendo aun así en seco una buena tasa de fotosíntesis neta, una buena producción (superior a 2Kg/cepa), y un alto contenido fenólico. La fecha de vendimia de MC16 no se ve afectada por la sequía mientras que MS49 adelanta su vendimia en seco.

MC80 y MS104 mantienen en regadío y seco un estrés hídrico moderado y medio, respectivamente, y tienen una buena producción en seco próxima a 2 Kg/cepa. En ambos casos no se ven afectadas las fechas de vendimia en condiciones de regadío y seco, siendo MC80 de maduración muy tardía. MC80 presenta en seco un contenido fenólico por encima de la media frente a MS104 que presenta valores por debajo de la media.

4. Conclusiones

La variabilidad genética generada mediante cruzamientos dirigidos entre variedades de interés, nos ha permitido disponer de un material genético de gran valor para estudiar su tolerancia a la sequía. Los 6 genotipos preseleccionados nos permitirán estudiar con más detalle los distintos mecanismos de respuesta de las plantas frente a condiciones de sequía. Con el fin de reducir la variabilidad encontrada dentro de un mismo genotipo y tratamiento de riego, se analizarán 4 plantas por genotipo en lugar de 3, consiguiendo así que los datos obtenidos sean

estadísticamente más robustos. La selección final de aquellos genotipos que mantengan una buena calidad agronómica y enológica en condiciones de sequía, permitirá el desarrollo de una viticultura sostenible, de calidad y competitiva en la zona, aún en condiciones de déficit hídrico.

5. Bibliografía

BAYO-CANHA, A.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; MARTÍNEZ-CUTILLAS, A.; RUIZ-GARCÍA, L. 2012. **Phenotypic segregation and relationships of agronomic traits in Monastrell × Syrah wine grape progeny**. *Euphytica* 186: 393-407.

FRAGA, H.; MALHEIRO, A.C.; MOUNTINHO-PEREIRA, J.; SANTOS, J.A. 2013. **An overview of climate change impacts on European viticulture**. *Food and Energy Security* 1:94-110.

GUIOT, J.; CRAMER, W. 2016. **Climate change: The 2015 Paris agreement thresholds and Mediterranean basin ecosystems**. *Science* 354:465-468.

LINARES, R.; BAEZA, P.; LISSARRAGUE, J. R. 2007. **Indicadores fisiológicos para el control del estado hídrico en la vid**. En: **Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vid**. Editorial: Agrícola Española S. A. ISBN: 84-85441-86-9.

MARTÍNEZ-CUTILLAS, A.; RUIZ-GARCÍA, L.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I. 2018. **Material vegetal de Monastrell**. En: **El Libro de la Monastrell**. Editorial: Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. ISBN: 978-84-948233-8-1

RIQUELME, F. 2018. **Antecedentes. Revisión histórica y distribución del cultivo**. En: **El Libro de la Monastrell**. Editorial: Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. ISBN: 978-84-948233-8-1

ROMERO, P.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; MARTÍNEZ-CUTILLAS, A. 2010. **Physiological thresholds for efficient regulated deficit irrigation management in winegrapes under semiarid conditions**. *Am J Enol Vitic*, 61, 300-312.

RUIZ-GARCÍA, L.; ROMERO, P. 2018. **El impacto del cambio climático en la variedad Monastrell**. En: **El Libro de la Monastrell**. Editorial: Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. ISBN: 978-84-948233-8-1

RUIZ-GARCÍA, L.; ROMERO, P.; TORNEL, M.; MENÉNDEZ, C.; CABELLO, F.; MARTÍNEZ-CUTILLAS, A. 2018. **Viticultura frente al cambio climático: adaptación y estrategias de mejora**. En: **Influencia del cambio climático en la mejora genética de plantas**. Editorial: Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. ISBN: 978-84-948233-8-1

6. Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto RTA2014-00016-C03-02 concedido por el INIA y el Ministerio de Economía y Competitividad. Diego J. Fernández-López disfruta de una beca predoctoral FPI-INIA.

Acumulación de Cu en suelos de viñedo de Galicia y sus efectos sobre los microorganismos

Raquel Vázquez-Blanco^Δ, Juan Carlos Nóvoa-Muñoz^Δ, Manuel Arias-Estévez^Δ, David Fernández-Calviño^{1Δ}

^ΔDepartamento de Biología Vegetal e Ciencia do Solo, Facultade de Ciencias de Ourense, Universidade de Vigo. As Lagoas s/n. 32004. Ourense. davidfc@uvigo.es¹; 988368888

Resumen

En Galicia, la incidencia de enfermedades fúngicas sobre la vid es elevada, y por tanto el uso de fungicidas con base de cobre es recurrente. En este trabajo se estudia la acumulación de cobre en suelos de viñedo en Galicia, así como su efecto sobre los microorganismos. Los suelos de viñedo presentan importantes concentraciones de Cu, con valores mucho mayores a los encontrados en suelos naturales. El estudio de cambios en la estructura de las comunidades microbianas mediante el método de los PLFAs, mostró que el pH es el factor con más peso en los cambios estructurales, siendo los efectos de la concentración de cobre mucho menores. También se estudió el efecto del Cu sobre las actividades enzimáticas, mostrando que pueden aparecer disminuciones (25%) de la fosfatasa para concentraciones de Cu en el suelo mayores de 150 mg kg⁻¹. Se encontró además una relación entre la tolerancia a Cu de las bacterias y la acumulación de Cu en suelos de viñedo, pero en muchas ocasiones el efecto del Cu está enmascarado por otras variables. De hecho, desde el punto de vista de la calidad, en suelos contaminados con Cu es más importante mantener un pH y un contenido de carbono orgánico adecuados que el Cu acumulado.

1. Introducción

El uso de cobre en viñedos para prevenir enfermedades criptogámicas como el mildiu (Pavlovic, 2011), es una práctica habitual desde hace más de cien años en numerosas regiones vitícolas (Komárek et al., 2008). La aplicación continuada y recurrente de fungicidas de base cúprica está detrás de los altos niveles de cobre en suelos de viñedo, comparados con suelos naturales (Fernández-Calviño et al, 2009). En países como Francia, Italia o República Checa se han encontrado suelos con valores medios superiores a 100 mg de Cu por kg suelo. En Brasil incluso se encontraron suelos con valores superiores a 3000 mg kg⁻¹ de Cu (Mirlean et al, 2007). La acumulación de Cu en el suelo puede causar impactos fitotóxicos, ocasionando problemas en el desarrollo de la vid, especialmente en plantas jóvenes. También puede afectar a las comunidades microbianas de los suelos de viñedo (Mackie et al., 2013). Por tanto, es necesario tomar medidas que minimicen la acumulación de Cu en los suelos de viñedo. Por otro lado, estudiar la concentración total de cobre no implica saber cuál es el potencial tóxico de ese metal en el suelo (Wightwick et al, 2008). Para estudiar el impacto real del cobre acumulado en los viñedos, es recomendable hacer un fraccionamiento del cobre y cuantificar todas las fracciones presentes. El cobre soluble o intercambiable, Cu²⁺, es el que mayor potencial tóxico tiene al ser el más biodisponible. Este mismo ion tiene una gran afinidad por la materia orgánica del suelo y al ligarse a ella, disminuye su toxicidad (Karlsson et al, 2006). Por otro lado, la toxicidad del Cu en el suelo muestra una fuerte dependencia por el pH del suelo. Está demostrado que el exceso de cobre tiene un impacto negativo en las comunidades microbianas del suelo (Liu et al, 2017; Fernández-Calviño et al, 2011), afectando a su estructura (Fernández-Calviño et al, 2010),

diversidad (Nunes et al, 2016), crecimiento (Dumestre et al, 1999; Díaz-Raviña et al, 2007; Dell'Amico et al, 2008; Lejon et al, 2008) o a la tasa de mineralización de nitrógeno (Mertens et al, 2010). Esto puede comprometer la estabilidad de dichas comunidades y, por lo tanto, afectar negativamente a propiedades y características del suelo como la tasa de descomposición de materia orgánica (Gibbs et al, 2006; Kelly et al, 2003) o la sustentabilidad de la calidad del suelo (Griffiths et al, 2005). Por tanto, para tomar decisiones adecuadas para reducir los impactos del uso de fungicidas de base cúprica en viñedos, tendremos que conocer la tasa de acumulación de Cu en el suelo, las características generales de los suelos y los impactos que la acumulación de Cu puede causar en cada tipo de suelo. La legislación europea limita el aporte de cobre a los suelos en $4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ para evitar problemas por acumulación y daño en comunidades de microorganismos no objetivo (2018/1981 CEE). Sin embargo, esta legislación no tiene en cuenta el Cu acumulado en el suelo ni el tipo de suelo a la hora de establecer estas restricciones. El objetivo de este estudio es cuantificar la cantidad de cobre acumulado en suelos de viñedo gallegos y su impacto potencial sobre las comunidades microbianas, atendiendo a la modulación de estos impactos en función de las variables edáficas.

2. Material y Métodos

Los resultados mostrados en la presente comunicación están basados en trabajos realizados en el Área de Edafología y Química Agrícola de la Facultad de Ciencias de la Universidade de Vigo, todos ellos presentados en el libro “El Cobre en Suelos de Viñedo del Noroeste de la Península Ibérica” publicado por el Servicio de Publicacións de la Universidade de Vigo cuyos autores son David Fernández Calviño, Juan Carlos Nóvoa Muñoz y Manuel Arias Estévez.

3. Resultados

3.1. Contenido total de cobre en suelos y su fraccionamiento

En la Tabla 1 se muestran los valores medios de cobre total en suelos de viñedo de las cinco denominaciones de origen (D.O.) de Galicia. Todas muestran valores medios de Cu total superiores a 100 mg kg^{-1} , destacando especialmente los suelos de la D.O. Ribeira Sacra y de la D.O. Ribeiro, con contenidos medios de Cu total de 260 y 248 mg kg^{-1} respectivamente. Al estar los viñedos situados en valles, la humedad del ambiente es muy elevada y eso favorece la proliferación de hongos, por lo que hay que hacer más tratamientos con base de cobre. Esto explica que el 100% de las muestras de suelos de viñedo de la D.O. Ribeira Sacra y el 88% de las de la D.O. Ribeiro tengan valores superiores a 100 mg kg^{-1} de Cu. Las D.O. Monterrei y D.O. Rías Baixas son las que tienen los valores de Cu total en suelo más bajos, tanto en valores medios como en % de muestras que superan los 100 mg kg^{-1} . Las concentraciones de Cu encontradas en los suelos de viñedo son mucho mayores a las de suelos no contaminados desarrolladas sobre materiales de partida similares ($<30 \text{ mg kg}^{-1}$; Macías et al., 1993). La Tabla 2 muestra el fraccionamiento medio del Cu en suelos de las cinco denominaciones de origen estudiadas. Se observa que la fracción predominante en los suelos de las cinco DO es el cobre unido a materia orgánica, que tiene una movilidad intermedia. La fracción de cobre intercambiable, que es la más móvil, es la que tiene un peso menor en la distribución de fracciones. Así, aunque los contenidos en cobre total de los suelos de viñedo gallegos sean elevados, la mayor parte del mismo está unido a una fracción de movilidad intermedia. Hay que tener en cuenta que el manejo de dichos suelos podría llevar a una reducción de la materia

orgánica y a cambios en el reparto de las fracciones de cobre, pudiendo así aumentar el cobre en disolución, que es la forma más móvil y tóxica.

Tabla 1. Media, Desviación estándar (SD), máximo, mínimo de cobre total (Cu_T) en suelos de las cinco denominaciones de origen de Galicia ($mg\ kg^{-1}$). M: Porcentaje de muestras con concentraciones de Cu_T superior a $100mg\ kg^{-1}$.

	Monterrei	Rías Baixas	Ribeira Sacra	Ribeiro	Valdeorras
Media	100	139	260	248	174
SD	48	122	120	130	88
Máximo	272	560	511	511	387
Mínimo	25	33	122	122	55
M	42	46	100	88	68

Tabla 2. Media \pm Desviación estándar de las fracciones de cobre ($mg\ kg^{-1}$) en suelos de las 5 denominaciones de origen de Galicia. Cu_{EX} : cobre intercambiable; Cu_{OM} : cobre unido a la materia orgánica; Cu_{IA} : cobre unido a componentes amorfos inorgánicos; Cu_C : cobre unido a componentes cristalinos; Cu_R : cobre residual.

	Cu_{EX}	Cu_{OM}	Cu_{IA}	Cu_C	Cu_R
Ribeira Sacra	5 ± 4	126 ± 70	56 ± 66	25 ± 16	48 ± 29
Ribeiro	12 ± 7	138 ± 85	23 ± 18	24 ± 20	50 ± 31
Valdeorras	5 ± 4	97 ± 49	20 ± 18	15 ± 10	37 ± 26
Rías Baixas	6 ± 2	76 ± 76	27 ± 24	13 ± 17	14 ± 15
Monterrei	1 ± 1	49 ± 29	19 ± 15	9 ± 7	22 ± 11

3.2. Influencia del cobre sobre las comunidades microbianas del suelo

En experimentos de laboratorio, la estructura de las comunidades microbianas del suelo, determinada mediante el método de los PLFAs, muestra que no existe un efecto claro de la concentración de Cu sobre esta, ya que otros factores como el pH tienen mucho mayor peso. Así, la Fig. 1 muestra que la distribución de las muestras de suelo analizadas no se agrupa en función de la concentración de cobre usada para contaminar la muestra, sino que lo hacen en función del pH del suelo analizado. Esto implica que los cambios producidos por el cobre en las comunidades de microorganismos no tienen un peso relevante en comparación a los producidos por el pH.

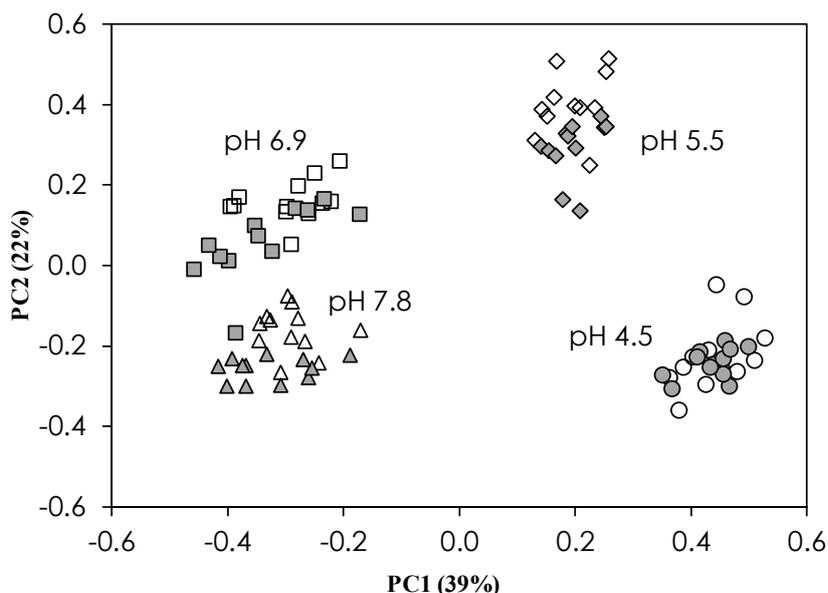


Figura 1. Distribución de los PLFAs mediante análisis de componentes principales en suelos con diferentes valores de pH: 4.5 (círculos), 5.5 (rombos), 6.9 (cuadrados) y 7.8 (triángulos). Para cada suelo la concentración de cobre varió entre 0-2000 mg Cu kg⁻¹ suelo.

La Fig. 2 muestra los valores del crecimiento bacteriano en respuesta a concentraciones crecientes de Cu tras 2 días de incubación. Se observa que la tendencia en los suelos con pH 4.5 y 6.9 es de una reducción del crecimiento bacteriano proporcional a la concentración de cobre aplicado, mostrando un crecimiento casi nulo para 16 y 32 mmol kg⁻¹ de Cu. El suelo con pH 5.5 tiene una tendencia similar, pero con un repunte del crecimiento para 8 mmol kg⁻¹, para después volver a disminuir para concentraciones mayores de Cu. El caso más diferenciado es para el suelo de pH 7.8, para el que no se observa un efecto claro de la concentración de Cu sobre el crecimiento bacteriano.

Se ha demostrado que hay varios efectos que pueden interferir en las medidas de las actividades enzimáticas, como por ejemplo la materia orgánica o el pH (Fernández-Calviño et al, 2010). El pH explicó el 12% de la actividad de la ureasa, frente al 6% del cobre. Para el caso de la β -glucosidasa, el cobre explicó el 4% de la varianza de las muestras, mientras que el contenido en carbono explicó el 46%. Las medidas de la fosfatasa fueron explicadas un 31% por el contenido en carbono y un 14% por el de cobre. Para evitar interferencias en las medidas, las actividades se expresaron en relación al carbono orgánico del suelo.

Los efectos de la acumulación de Cu en el suelo sobre las actividades enzimáticas fueron muy distintos en función de la actividad considerada. La actividad enzimática β -glucosidasa, relacionada con el ciclo del carbono en el suelo, mostró poca sensibilidad frente a la concentración de Cu en el suelo. En la Fig. 3 se puede apreciar la variación de dicha actividad enzimática frente a concentraciones crecientes de cobre, observándose que partir de 250 mg kg⁻¹ de Cu en el suelo la actividad de esta enzima disminuye respecto al control, pero la magnitud de esta disminución es relativamente baja (23%).

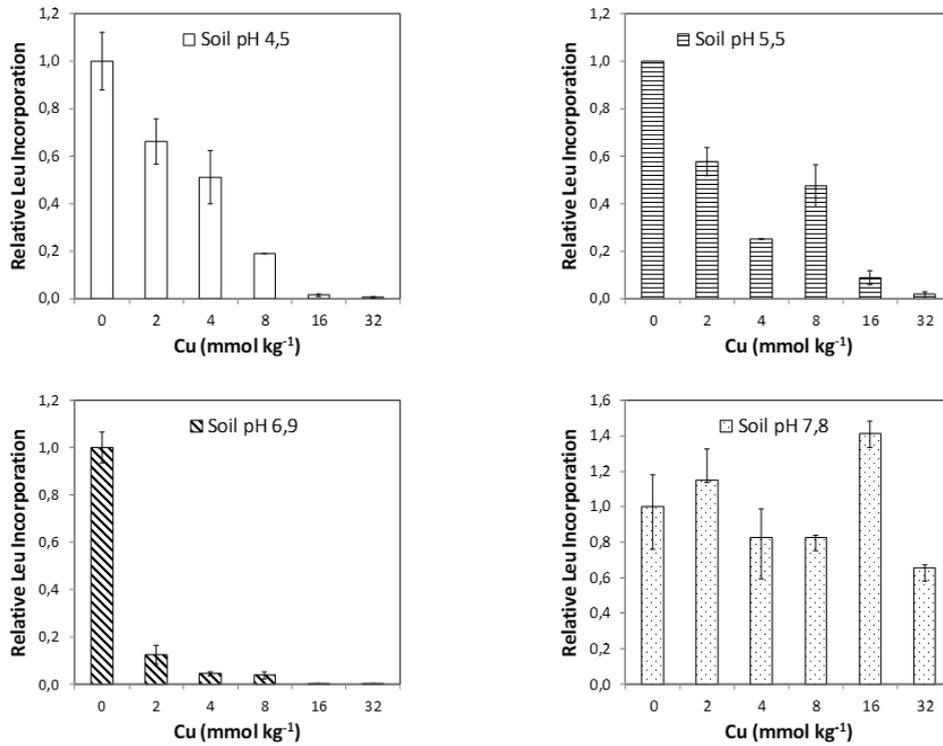


Figura 2. Crecimiento bacteriano en suelos después de 2 días de incubación.

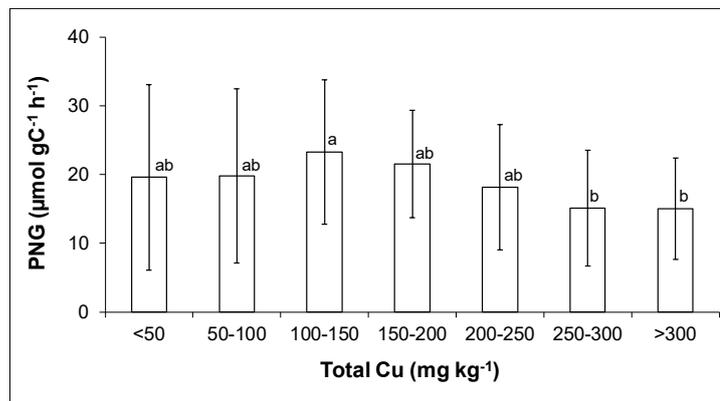


Figura 3. Actividad de la enzima β -glucosidasa frente a la concentración de cobre en suelos de viñedo.

La actividad enzimática de ureasa, relacionada con el ciclo de nitrógeno, no mostró relación significativa alguna con la concentración de cobre en suelos de viñedo (Fig. 4). Por tanto, no se esperan efectos adversos significativos de la acumulación de Cu en suelos de viñedo sobre esta actividad enzimática. La actividad de la fosfatasa, relacionada con el ciclo del fósforo, se mostró como la más sensible a las acumulaciones de Cu en los suelos de viñedo. Así, en suelos con una concentración de Cu entre 150 y 200 mg kg⁻¹ se observó una reducción significativa de la fosfatasa de un 31%, resultando las reducciones mucho mayores al incrementarse la concentración de Cu en el suelo (Fig. 5).

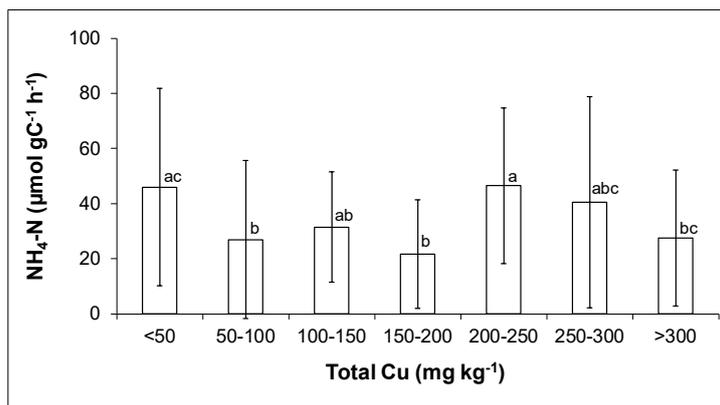


Figura 4. Actividad de la enzima Ureasa frente a la concentración de cobre en suelos de viñedo.

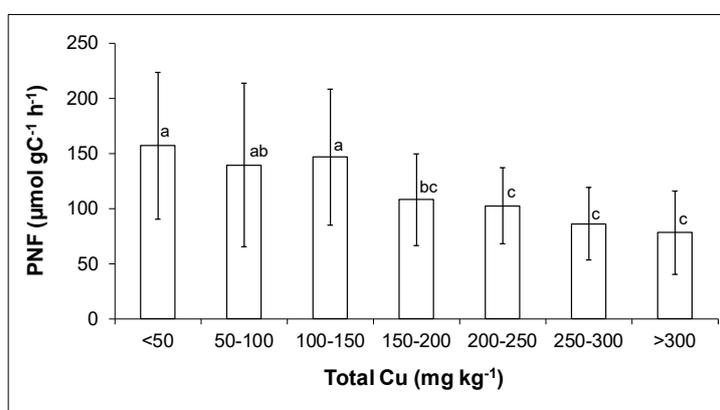


Figura 5. Actividad de la enzima Fosfatasa frente a la concentración de cobre en suelos de viñedo.

Al estudiar el incremento de la tolerancia de las comunidades bacterianas del suelo a la acumulación de cobre se obtuvieron los siguientes resultados. Al analizar muestras de viñedo, se observó que la tolerancia de las comunidades bacterianas del suelo al Cu era mayor cuanto mayor era la cantidad de Cu biodisponible del suelo (Fig. 6).

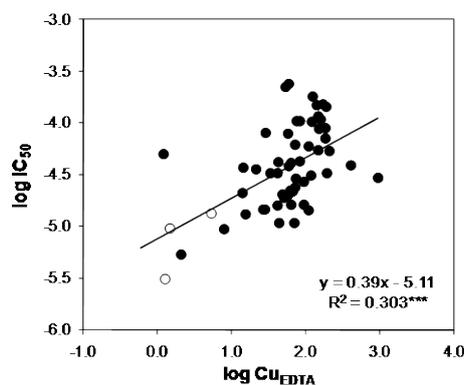


Figura 6. Relación entre el cobre biodisponible en suelos de viñedo ($\log Cu_{EDTA}$) y la tolerancia de las comunidades bacterianas del suelo al Cu ($\log IC_{50}$).

Sin embargo, otras variables como el pH también explicaban parte de la varianza de los datos. Estos efectos de otras variables del suelo son acordes con experimentos de laboratorio, donde se observó que el incremento de la tolerancia de las comunidades bacterianas del suelo en respuesta a adiciones crecientes de cobre está modulado por el pH del suelo. Así, los incrementos de la tolerancia de las comunidades bacterianas al Cu son menores en suelos de pH 7.8 que en suelos de pH menor de 7 (Fig. 7).

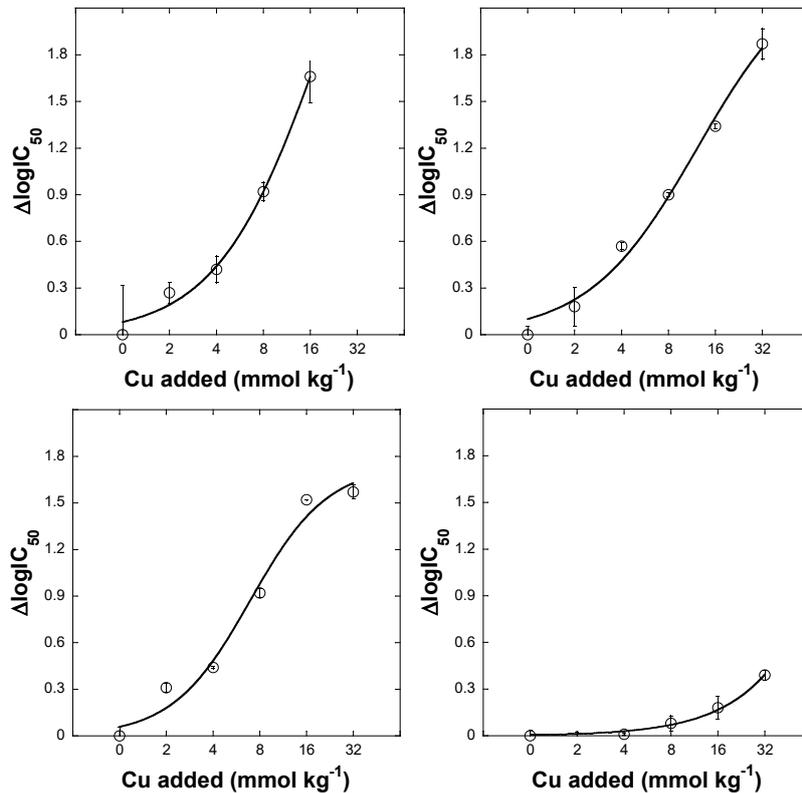


Figura 7. Incremento de la tolerancia de las comunidades bacterianas del suelo al Cu ($\Delta\log IC_{50}$) en función del Cu añadido a suelos con distinto pH: 4.5 (A), 5.5 (B), 6.9 (C) y 7.8 (D).

4. Conclusiones

La concentración de Cu en suelos de viñedo de Galicia alcanza valores mucho mayores a los encontrados en suelos naturales, acumulándose preferentemente asociado a la materia orgánica del suelo. Esta elevada acumulación de cobre en los suelos de viñedo puede afectar de forma importante a los microorganismos del suelo. Sin embargo, la magnitud de los efectos va a depender de las características de cada suelo. Por tanto, a la hora de establecer límites a la acumulación de Cu en los suelos de viñedo será necesario establecer diferencias en función del tipo de suelo sobre el que se desarrolla el cultivo de la vid.

5. Bibliografía

1. DELL'AMICO, E. ET AL.. 2008. **Assessment of bacterial community structure in a long-term copper-polluted ex-vineyard soil.** Microbiol. Res. 163 671–83.

2. DÍAZ-RAVIÑA, M., CALVO DE ANTA, R. AND BÅÅTH E. 2007. **Tolerance (PICT) of the bacterial communities to copper in vineyards soils from Spain.** J Environ Qual 36 1760–1764.
3. DUMESTRE, A. ET AL. 1999. **Copper speciation and microbial activity in long-term contaminated soils.** Arch Environ Contam Toxicol 36 124–131.
4. FERNÁNDEZ-CALVIÑO, D. ET AL. 2009. **Copper accumulation and fractionation in vineyard soils from temperate humid zone (NW Iberian Peninsula).** Geoderma 153 119–129.
5. FERNÁNDEZ-CALVIÑO, D. ET AL. 2010. **Microbial community structure of vineyards soils with different pH and copper content.** Applied Soil Ecology 46 276–282.
6. GIBBS, P.A. ET AL. 2006. **Initial results from a long-term, multi-site field study of effects on soil fertility and microbial activity of sludge cakes containing heavy metals.** Soil Use Manage 22 11–21.
7. GRIFFITHS, B.S. ET AL. 2005. **Biological and physical resilience of soil amended with heavy metal-contaminated sewage sludge.** Eur. J. Soil Sci. 56 197–206.
8. KARLSSON, T., PERSSON, P. AND SKYLLBERG, U. 2006. **Complexation of copper (II) in organic soils and in dissolved organic matter — EXAFS evidence for chelate ring structures.** Environ. Sci. Technol. 40 2623–2628.
9. KELLY, J.J., HAGGBLOM, M.M. AND TATE, R.L. 2003. **Effects of heavy metal contamination and remediation on soil microbial communities in the vicinity of a zinc smelter as indicated by analysis of microbial community phospholipid fatty acid profiles.** Biol. Fertil. Soils 38: 65–71.
10. KOMÁREK, K. ET AL. 2008. **Copper contamination of vineyard soils from small wine producers: a case study from the Czech Republic.** Geoderma 147 16–22.
11. LIU, B. ET AL. 2017. **Copper exposure to soil under single and repeated application: Selection for the microbial community tolerance and effects on the dissipation of antibiotics.** Jour. of Hazardous Mater. 325: 129–135.
12. MACÍAS, F., VEIGA, A. AND CALVO, R. 1993. **Influencia del material geológico y detección de anomalías en el contenido de metales pesados en horizontes superficiales de suelos de la provincia de A Coruña.** Cuadernos del Laboratorio Xeolóxico de Laxe 18: 317–323.
13. MACKIE, K.A. ET AL. 2013. **Long-term copper application in an organic vineyard modifies spatial distribution of soil micro-organisms.** Soil Biol. and Biochem. 65 245–253.
16. MERTENS, J. ET AL. 2010. **Extent of copper tolerance and consequences for functional stability of the ammonia oxidizing community in long-term copper-contaminated soils.** Environmental Toxicology and Chemistry 29 (1) 27–37.
17. MIRLEAN, N., ROISENBERG, A. AND CHIES, J.O. 2007. **Metal contamination of vineyard soils in wet subtropics (southern Brazil).** Environmental Pollution 149 10–17.
18. NUNES, I. ET AL. 2016. **Coping with copper: legacy effect of copper on potential activity of soil bacteria following a century of exposure.** FEMS Microbiology Ecology 92 (11) 1–12.
19. PAVLOVIC, M. 2011. **A review of agribusiness copper use effects on environment.** Bulgarian Journ. of Agric. Sci. 17 491–500
- WIGHTWICK, A.M. ET AL. 2008. **Copper fungicide residues in Australian vineyard soils.** Jour. of Agric. and Food Chemistry 56 (7) 2457–2464.

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Xunta de Galicia a través del proyecto “Avaliación da contaminación difusa por metais pesados en solos de Galicia (ED431F201S/06-EXCELENCIA)”

Evaluación de estrategias de fertirrigación en condiciones de suelo calcáreo sobre las variedades tintas Syrah y Tempranillo. Influencia en la producción y la calidad del vino.

Felix Cibriain, Ana Sagües, Ana Pilar Embid, Karmele Jimeno, Iker Uriz, Amaia Martínez, Iker Tres, Soraya Borja, Jon Aspurz.

*Estación de Viticultura y Enología de Navarra, C/ Valle de Orba, 34, 31390 Olite, Navarra. 948 74 17 07.
jf.cibriain.sabalza@navarra.es*

Resumen

Este estudio surge de la colaboración entre la Sección de Viticultura y Enología del Gobierno de Navarra (EVENA) y la casa comercial de Abonos Agralia (Grupo Fertiberia) con el objeto de estudiar la influencia sobre los parámetros agronómicos y la calidad del vino de dos programas de fertirrigación diferentes frente a un testigo sin abonar en viñas de las variedades Tempranillo y Syrah. El ensayo se ha llevado a cabo entre los años 2015 y 2018 en la parcela experimental de Baretón (Olite). Se trata de una viña situada sobre suelos someros con fuertes carencias nutricionales motivadas por un marcado carácter calcáreo del terreno.

1. Introducción y objetivo

Los suelos calcáreos forman una parte importante de la superficie del viñedo español. Se caracterizan por formarse sobre climas semiáridos y expuestos a altas tasas de erosión y degradación con la pérdida total o parcial del horizonte superficial rico en materia orgánica. En esta tipología de suelos son frecuentes clorosis en las fases iniciales de desarrollo que se mitigan a medida que avanza el ciclo vegetativo del cultivo.

Dentro de este tipo de suelos se sitúa la parcela donde se localiza este ensayo. Se trata de un suelo somero que forma parte del sistema de terrazas del río Cidacos en el que el elevado contenido en carbonatos y caliza activa dominan la dinámica del suelo. La capacidad de intercambio catiónico es baja mientras que el pH es cercano a 8,5 que limita la absorción de Hierro. La saturación de bases cercana al 100% se encuentra dominada por el calcio, lo que restringe la toma de otros nutrientes como Magnesio y Potasio. Sin embargo, la materia orgánica juega un papel muy importante, estructurando los suelos y aportando nutrientes.

Asimismo, un análisis peciolar de la viña desveló niveles de nutrientes por debajo de los valores de referencia publicados (Romero *et al.*, 2013) mostrando la necesidad de intervención mediante fertilización. En este caso, la fertirrigación se plantea como una herramienta interesante para minimizar estas carencias.

El objetivo principal del presente ensayo es estudiar la influencia sobre parámetros agronómicos y enológicos de dos programas de fertirrigación propuestos por la casa comercial Fertiberia (con aplicaciones hasta cosecha y con aplicación post-cosecha) en relación a un testigo (con una aplicación de potasa en enero) sobre viñedos de las variedades Tempranillo y Syrah.

2. Material y Métodos

Parcela y manejo

El ensayo se lleva a cabo en una viña plantada en 2011 que forma parte de la plataforma de ensayos de Baretón, propiedad de la Estación de Viticultura y Enología de Navarra (EVENA) situada en Olite. La parcela cuenta con una instalación de riego por goteo, con una distancia entre goteros de 0,60 m y un caudal nominal de 3,5 l/h. Cada fila está equipada con una válvula que permite la apertura y cierre del portagoteros, permitiendo un manejo independiente del riego de las filas.

Se dispone de nueve filas de variedad Tempranillo y otras nueve filas de Syrah, con 30 cepas en cada fila. La viña está injertada sobre 110-R, a un marco de plantación es de 2,4 m de calle por 1,2 m entre cepas. El sistema de conducción es en espaldera con poda a cordón doble Royat.

Durante los años en los que se ha llevado a cabo el ensayo el suelo se ha mantenido desnudo labrando tanto las calles como el cordón evitando la presencia de vegetación espontánea.

Abonos y diseño del ensayo

Se establecen tres tratamientos: abonado sin post cosecha, abonado con post cosecha y testigo. Las dos variantes abonadas reciben la misma cantidad de abono variando la distribución de aplicaciones en el tiempo. Mientras que en la variante sin post cosecha todo el abono se aplica antes de cosecha, en la variante con post cosecha recibe las mismas aplicaciones y una aplicación después de la vendimia. Por otro lado, el testigo recibe un aporte de 35 UFK previo a envero durante las campañas 2015 y 2016, eliminado este aporte en los dos últimas.

Como base de la fertirrigación de las variantes abonadas se emplean dos equilibrios diferentes: un primer equilibrio rico en nitrógeno, cuya riqueza es $11,6-2-4+4Ca^{+2}$, aplicado hasta floración-cuajado, con el objetivo de mejorar el desarrollo vegetativo de las cepas, y un segundo equilibrio rico en potasio, con una riqueza de $6-3-12 + 2Ca^{+2}$, una vez se produce el cuajado. Cabe destacar que el plan de fertirrigación se ha modificado durante el transcurso del ensayo, tanto las Unidades Fertilizantes aplicadas, adaptándose a las necesidades nutricionales detectadas, como en el fraccionamiento de las aplicaciones (tabla 1).

Tabla 1. Resumen de las Unidades Fertilizantes aportadas (UF/ha) y número de aplicaciones por campaña.

Año	Nº de aplicaciones		UF/ha		
	Sin post cosecha	Con post cosecha	UFN	UFP	UFK
2015	3	4	83	42	113
2016	8	10	92	48	117
2017	5	6	66	24	91
2018	4	5	61	19	71

El diseño del ensayo cuenta con tres repeticiones por tratamiento para las dos variedades estudiadas. Cada fila se corresponde con un tratamiento diferente, con 30 cepas por repetición, distribuidos de forma alterna en 18 filas, 9 filas por variedad.

Vinos

Durante los dos últimos años de ensayo, 2017 y 2018, se elaboran dos vinos por variedad: uno a partir de la uva de la variante con post cosecha y otro con uvas de la variante testigo. Los vinos han sido elaborados de forma paralela, siguiendo el proceso estandarizado empleado por EVENA que se resume a continuación.

La uva entra en bodega tras ser vendimiada e inmediatamente se procede al despallado. El mosto obtenido se vierte en dos depósitos de 80 L (uno para cada variante) y se siembran las levaduras (Oenoferm be-red) a una dosis de 25 g/hl. Asimismo, se aplica 6 g/hl de metabisulfito para evitar una oxidación indeseada del mosto. Una vez terminada la fermentación, se procede al descube del vino mediante una prensa hidráulica, trasegando el vino a nuevos depósitos donde se agregan bacterias lácticas a una dosis de 0.63 g/hl para que tenga lugar la fermentación maloláctica. Tras este proceso el vino es trasegado a garrafones de 10 y 16 litros para la estabilización. A partir de este momento se conservan en bodega realizando un trasiego y un sulfitado mensual.

Controles

Las variedades se vendimian por separado, atendiendo a la madurez tecnológica de la uva y todas las variantes de cada variedad se vendimian el mismo día. Por un lado, se ha analizado el comportamiento agronómico del cultivo de las diferentes variantes estudiadas para ambas variedades y para cada repetición, donde se analizan los siguientes parámetros: fertilidad (número de racimos por cepa), peso de racimo, rendimiento (peso de uva por cepa), tamaño de la baya (peso de 100 bayas) y vigor (peso de poda por cepa).

Por otro lado, se han realizado análisis de los parámetros que determinan la madurez tecnológica de la uva. Se toma una muestra por repetición en el momento de la vendimia. Las analíticas se realizan en colaboración con el Negociado de Laboratorio enológico del Gobierno de Navarra, llevando a cabo las siguientes determinaciones: grado alcohólico probable, pH, acidez total expresada en concentración de ácido tartárico y ácido málico. Junto a los parámetros de maduración se analizan los micronutrientes de mayor importancia, tales como Mg, Cu, Fe, Zn, K y Ca.

Además, se lleva a cabo un análisis completo de los vinos en el que se analizan parámetros básicos, metales, intensidad colorante y polifenoles. El análisis de los vinos concluye con la cata de los vinos por un panel formado por 9 integrantes en el cual se emplean las fichas de evaluación oficial homologada por la Organización Internacional del Vino y la Viña (OIV) en la que se evalúan los vinos en cuatro fases: visual, olfativa, boca y general.

Por último, con los datos de los que se dispone de repeticiones se ha realizado un ANOVA de un factor realizado mediante el software informático SPSS-Statistics. Se obtienen los datos promediados por tratamiento y variedad, y se fija un intervalo de confianza del 90% ($\alpha=$

10 %). Posteriormente, se aplica el test Duncan para identificar los subconjuntos homogéneos (Post-Hoc) de todos los parámetros analizados para las tres variantes.

3. Resultados

Agronómicos

Tal y como se muestra en la Tabla 2, los valores medios del peso de racimo de las variantes abonadas son superiores en todos los años de estudio para ambas variedades. No obstante, estas diferencias, aún siendo reiteradas a lo largo de los 4 años de duración del ensayo, solo han mostrado diferencias estadísticamente significativas en la campaña 2017 para la variedad Tempranillo. Tomando como referencia la media de las cuatro campañas, en la variedad Tempranillo el peso de racimo de las variantes fertirrigadas sin y con post cosecha han sido un 15% y un 20% superior en relación al testigo, respectivamente. En la variedad Syrah estas diferencias son menores, con un 6,53% y 7,63% en las variantes sin post cosecha y con post cosecha, respectivamente.

Tabla 2. Resultados agronómicos medios por año y variedad (2016-2018)

Variedad	Abonado	Peso racimo (g)	Nº Racimos / Cepa	Peso cepa (g)	Peso poda (kg)
2016					
Tempranillo	Sin post-cosecha	269,0 a	19,8 a	5313 a	0,66 a
	Con post-cosecha	284,4 a	16,9 a	4753 ab	0,62 a
	Testigo	236,3 a	18,1 a	4160 b	0,59 a
Syrah	Sin post-cosecha	***	***	***	0,97 a
	Con post-cosecha	***	***	***	1,01 a
	Testigo	***	***	***	0,87 a
2017					
Tempranillo	Sin post-cosecha	180,98 a	13,07 ab	2367 a	0,83 a
	Con post-cosecha	208,88 b	13,47 a	2827 a	0,88 a
	Testigo	149,73 c	11,47 b	1730 b	0,73 a
Syrah	Sin post-cosecha	118,83 a	15,73 a	1877 a	1,03 a
	Con post-cosecha	118,99 a	15,07 a	1800 a	0,99 a
	Testigo	100,85 a	17,67 a	1827 a	0,81 a
2018					
Tempranillo	Sin post-cosecha	362,15 a	13,27 a	4810 a	1,05 a
	Con post-cosecha	331,91 a	13,07 a	4360 a	1,12 a
	Testigo	317,82 a	12,47 a	3967 a	1,04 a
Syrah	Sin post-cosecha	172,29 a	14,67 a	2530 a	***
	Con post-cosecha	162,75 a	14,40 a	2353 a	***
	Testigo	153,53 a	12,40 a	1913 a	***

**Análisis de subconjuntos homogéneos mediante test Duncan para un intervalo de confianza del 90% ($\alpha=0.1$).*

En relación a fertilidad de las cepas expresada en número de racimos por cepa, los resultados no muestran una tendencia clara que permita establecer diferencias entre las tres variantes debido a las variaciones encontradas en los distintos años estudiados y a la ausencia

de significancia estadística en los resultados. El abonado no ha tenido una influencia clara en la fertilidad de las cepas.

En la variedad Tempranillo, el rendimiento medio por cepa ha sido superior tanto en la variante abonada sin post cosecha, como en la abonada con post cosecha. En términos porcentuales, el aumento ha sido del 27,8%, 36,8% y 21,3% en el abonado sin post cosecha en los años 2016, 2017 y 2018, respectivamente. Para la misma variedad, el abonado con post cosecha a provocado aumentos del 14,3%, 63,4% y 9,9% en las mismas campañas. En relación a la variedad Syrah, el aumento de la producción es menor en términos generales y solo se han observado diferencias en el año 2018, siendo las dos variantes abonadas las que obtuvieron mayor producción, con un aumento del rendimiento del 32,3% en el abonado sin post cosecha y del 23% en el abonado con post cosecha, aunque sin significancia estadística.

Por último, no se han encontrado diferencias significativas en el vigor entre las tres variantes estudiadas, lo que permite concluir que el abono aplicado, tanto con aplicación post cosecha como sin ella, no ha influido sobre el vigor de la viña.

Maduración

En la **Tabla 3** se recogen los resultados medios de maduración de la uva.

Tabla 3. Resultados medios de maduración de Tempranillo y Syrah en el momento de vendimia (2016-2018)

Variedad	Abonado	Peso 100 (g)		G.P. (% vol.)		pH		A.T.T. (g ác. Tartárico/l)		A,málico (g/l)	
2016											
Tempranillo	Sin post-cosecha	185,2	a	14,46	a	4,06	a	3,633	a	1,533	a
	Con post-cosecha	173,3	a	14,43	a	3,74	b	3,500	a	1,400	b
	Testigo	180,9	a	14,06	a	3,53	b	3,433	a	1,233	c
Syrah	Sin post-cosecha	149,3	a	13,42	a	3,45	a	5,100	a	2,167	a
	Con post-cosecha	155,0	a	13,63	a	3,45	a	5,133	a	2,067	a
	Testigo	154,4	a	13,31	a	3,42	a	5,367	a	2,333	a
2017											
Tempranillo	Sin post-cosecha	170,93	ab	15,21	a	3,71	a	4,23	a	2,07	a
	Con post-cosecha	175,73	a	16,21	b	3,69	a	4,33	a	2,07	a
	Testigo	160,93	b	15,76	ab	3,61	b	4,30	a	1,80	b
Syrah	Sin post-cosecha	139,53	a	15,06	ab	3,49	a	6,00	a	2,57	a
	Con post-cosecha	139,50	a	14,82	a	3,49	a	5,80	a	2,47	a
	Testigo	124,53	b	15,26	b	3,43	b	5,60	a	2,07	b
2018											
Tempranillo	Sin post-cosecha	202,23	a	14,69	a	3,74	a	3,50	a	1,93	a
	Con post-cosecha	204,30	a	14,69	a	3,74	a	3,50	a	2,00	a
	Testigo	218,43	a	14,32	a	3,63	b	3,50	a	1,37	b
Syrah	Sin post-cosecha	159,63	a	15,62	a	3,62	a	5,20	a	2,30	a
	Con post-cosecha	151,23	a	15,87	a	3,60	a	5,10	a	2,27	a
	Testigo	179,87	b	15,83	a	3,50	b	5,07	a	1,70	b

*Análisis de subconjuntos homogéneos mediante test Duncan para un intervalo de confianza del 90% ($\alpha=0.1$).

Como se puede observar, el tamaño de la baya no sigue una tendencia regular en los resultados obtenidos en las cuatro campañas. En la campaña 2016, no se aprecian diferencias entre los tres tratamientos. En la campaña 2017 el peso de la baya es superior en las variantes abonadas en las dos variedades, siendo estas diferencias estadísticamente significativas entre la variante sin post cosecha y testigo, en el caso del Tempranillo, y entre las dos variantes abonadas y el testigo en Syrah.

El Grado Probable de la uva es similar en todas las campañas menos en la campaña 2017 donde se observan diferencias significativas entre las dos variantes abonadas. Por un lado, en tempranillo, la variante abonada con post cosecha alcanza un mayor grado probable para igual fecha de vendimia respecto a la variante sin post cosecha pero no muestra diferencias estadísticamente significativas con el testigo. Por otro lado, en la variedad Syrah, la variante con post cosecha es la que mayor grado probable alcanza, siendo estas diferencias estadísticamente significativas respecto al testigo.

El efecto de la fertirrigación sobre el pH del mosto es inequívoco, observándose de manera reiterada a lo largo de todos los años muestreados pH superiores en las variantes abonadas en comparación con la variante testigo. Cabe destacar que estas diferencias muestran significación estadística todos los años estudiados, así como en las medias interanuales para la variedad tempranillo, no así en Syrah. Este aumento del pH se relaciona directamente con un mayor contenido en potasio proveniente del abono aplicado.

No se han encontrado diferencias significativas en la Acidez Total expresada en concentración de ácido tartárico en mosto. Por el contrario, la concentración de ácido málico muestra un patrón claro. Las variantes fertirrigadas poseen una mayor concentración de ácido málico y estos resultados son estadísticamente significativos para las dos variedades tanto en el análisis de medias anual como en el interanual. En este sentido, si se toma la concentración de ácido málico como indicativo de la madurez de la uva teniendo en cuenta su degradación a lo largo del ciclo de maduración de la uva, se puede concluir que la fertirrigación provoca un alargamiento del ciclo de maduración, ralentizando la degradación de ácido málico. Este efecto se ha podido corroborar en las inspecciones realizadas en la viña donde se ha observado como la variante testigo comienza a acumular antonianos en las hojas maduras en torno a 10-12 días antes que la variante testigo (**Fig. 1**).



Fig. 1. Diferencias en el ciclo vegetativo de las cepas: la variante testigo muestra un agostamiento temprano frente a las variantes fertirrigadas. Se observan más rojas en Tempranillo y amarillas en Syrah.

Metales

Entre los metales analizados en este ensayo destaca las diferencias encontradas en el contenido de potasio (mg/l) en mosto. Las variantes fertilizadas muestran un mayor contenido en este metal con diferencias estadísticamente significativas en las dos variedades, tanto en las medias anuales como en la media interanual. Al tratarse de una variedad potasófila, las diferencias encontradas en la variedad tempranillo son mayores que las observadas para Syrah.

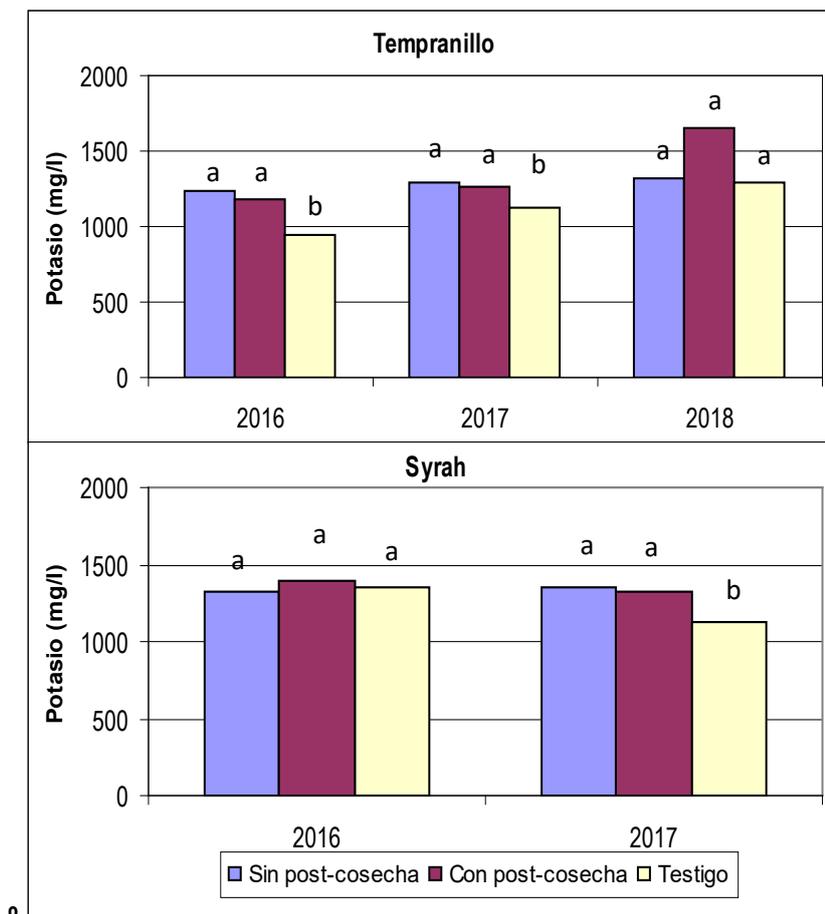


Fig. 2. Potasio (mg/l) en mosto en Tempranillo y Syrah por variante.

**Análisis de subconjuntos homogéneos (a, b y c) mediante test Duncan para un intervalo de confianza del 90% ($\alpha=0.1$).*

Vinos

La Tabla 4 resume los resultados analíticos de los vinos elaborados en 2017 y 2018. Los vinos tanto de Tempranillo como de Syrah de ambos años, tienen altas graduaciones, baja acidez y buena maduración fenólica. Se puede observar como en todos los casos, la variante abonada muestran una acidez total muy inferior. Por efecto de la fermentación maloláctica llevada a cabo en bodega, no hay diferencias en la concentración de ácido málico de los distintos tratamientos. En ambas añadas la intensidad colorante en tempranillos es algo mayor en el caso del abonado, mientras que en el caso del Syrah es mayor la intensidad colorante en los testigos mayoritariamente por la absorbancia a 520 nm. Por último, tras el proceso de vinificación, la diferencia de potasio entre la variante abonada y la testigo se incrementa

considerablemente en ambas variedades, manteniéndose los vinos abonados con una mayor concentración de potasio tal y como sucedía en el mosto, afectando este a la acidez y pH.

Tabla 4. Resultados analíticos del vino por tratamiento y variedad (2017 y 2018).

PARÁMETROS BASICOS VINO	2017				2018			
	Tempranillo		Syrah		Tempranillo		Syrah	
	Abonado	Testigo	Abonado	Testigo	Abonado	Testigo	Abonado	Testigo
Grado alcohólico 20/20 (%Vol)	15,54	15,72	15,13	15,04	15,11	14,08	15,49	15,58
pH	4,16	3,9	3,96	3,76	4,11	3,56	4,03	3,66
Acidez total (g/l ac. Tartárico)	3,4	4	4	4,6	3,4	4,3	3,7	4,5
Calcio (mg/l)	41	38	41	41	39	40	40	39
Potasio (mg/l)	1355	969	1203	948	1015	534	1018	693
Hierro (mg/l)	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6
Magnesio(mg/l)	101	104	117	123	73	70	95	90
Intensidad colorante	9,876	9,664	12,179	14,534	6,282	5,799	8,808	11,695
Densidad óptica 420 nm (Abs/cm)	3,849	3,553	4,254	4,835	2,558	1,986	3,308	3,712
Densidad óptica 520 nm (Abs/cm)	4,689	4,912	6,378	7,982	2,907	3,21	4,308	6,672
Densidad óptica 620 nm (Abs/cm)	1,338	1,199	1,547	1,717	0,817	0,603	1,192	1,311
Índice Polifenoles Totales (Abs/cm)	55	56	55	54	38	34	49	44

En términos generales, los vinos han obtenido muy buenas puntuaciones en cata. El testigo ha sido el mejor valorado en cata en los dos años, exceptuando el caso del tempranillo de 2017, sin grandes diferencias el primer año. Es preciso señalar que estas diferencias son debidas fundamentalmente al color y aspecto de los vinos, determinados en la fase visual de la cata, donde los vinos con mayor acidez muestran mejor puntuación en la fase visual, no apreciándose diferencias en la fase olfativa ni en boca.

Tabla 5. Resultados de cata (2017 y 2018)

RESULTADOS DE CATA	2017				2018			
	Tempranillo		Syrah		Tempranillo		Syrah	
	Abonado sin post cosecha	Testigo	Abonado sin post cosecha	Testigo	Abonado con post cosecha	Testigo	Abonado con post cosecha	Testigo
Visual	11,50	12,44	11,80	13,30	10,63	12,25	11,38	12,63
Olfativa	24,40	24,10	24,50	24,40	24,63	24,63	24,25	25,38
Boca	35,50	34,30	36,00	35,80	35,00	35,88	35,38	36,38
General	9,50	9,50	9,70	9,60	9,50	9,25	9,50	10,00
TOTAL	80,90	80,34	82,00	83,10	79,75	82,00	80,50	84,38

4. Conclusiones

- Los dos programas de fertirrigación han provocado un aumento del tamaño del racimo y este incremento no está relacionado con un aumento del peso de la baya o el número de racimos, sino del número de bayas, lo cual resulta positivo de cara a la calidad fenólica de los vinos.
- El abonado ha incrementado el rendimiento de las cepas sin aumentar su vigor. Este efecto ha sido mayor en la variedad Tempranillo.
- La fertirrigación provoca un aumento del pH y baja de la acidez del mosto y del vino derivado de un incremento en el contenido de potasio.
- La concentración de ácido málico ha sido superior en las variantes abonadas que puede relacionarse con un alargamiento del ciclo de las cepas, si bien este efecto no afecta en los vinos debido a la fermentación maloláctica.
- Las diferencias manifestadas en las puntuaciones de cata son pequeñas y responden a sensibles diferencias en el color debido a la diferencia de pH de las variantes abonadas y el testigo.
- El aumento de la producción debido a la fertirrigación no ha afectado a la calidad organoléptica de los vinos.

5. Bibliografía

1. ROMERO, I.; MARTÍN, I. y GARCÍA-SCUDERO, E. 2013. **Preliminary Diagnosis and Recommendation Integrated System norms for leaf nutrient diagnosis of Tempranillo grapevine (*Vitis vinifera* L.) in the Rioja appellation.** Communications in Soil Science and Plant Analysis 44:655–67.

Influencia de cuatro portainjertos en la absorción de nutrientes del cultivar Tempranillo en la DOCa. Rioja

Ignacio Martín, Luis Rivacoba, Alicia Pou, Javier Portu, Diego López, Elisa Baroja, Juana Martínez, Enrique García-Escudero

*Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino, ICVV (CSIC, Universidad de La Rioja, Gobierno de La Rioja).
Servicio de Investigación Vitivinícola. Finca La Grajera, Ctra. Burgos km 6. 26071 Logroño (La Rioja; España).
Teléfono:+34 941 894 980, Extensión: 410056. Correo electrónico: imartinr@larioja.org*

Resumen

En las condiciones de cultivo de la vid, con suelos, disponibilidad hídrica y climatología muy variada, la elección del portainjerto adecuado constituye una de las decisiones más importantes antes de establecer un viñedo. El portainjerto será determinante en la adaptación del viñedo a las condiciones edafo-climáticas, tanto en términos de eficacia en la absorción de agua y nutrientes, como en la respuesta fisiológica de la variedad injertada respecto a la distribución de nutrientes, desarrollo vegetativo, producción y calidad de la uva obtenida.

El objetivo preliminar de este trabajo es evaluar las diferencias, en la capacidad de absorción de nutrientes, de la variedad Tempranillo en relación a cuatro portainjertos, durante el año 2018 en el ámbito de la DOCa. Rioja. Los portainjertos considerados han sido: R-110, 1103-P, 41-B y 161-49-C. Para ello, se analizó el contenido en nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Na, tanto en limbos y pecíolos, como en los momentos fenológicos de floración y envero.

Los resultados muestran importantes diferencias entre los portainjertos en cuanto a la capacidad y momento de absorción de nutrientes, principalmente en lo que se refiere a los macronutrientes P, Ca, K y Mg, y los micronutrientes Mn, Zn, Cu, B y Na.

1. Introducción

La capacidad de adaptación de una especie, e incluso una variedad, a las condiciones ambientales marcan su idoneidad para la explotación agrícola en una región determinada, con unas características más o menos particulares en lo que corresponde al suelo, pluviometría y temperaturas durante el ciclo (Martínez-Cutillas et al., 1990; Hidalgo, 1993; Keller, 2010; Yuste y Alburquerque, 2019). Desde la revolución en la selección de material vegetal, provocada por la llegada de la filoxera en la segunda mitad del siglo XIX, a la selección varietal se le unió la posibilidad de elegir portainjertos que no sólo favorecieran la resistencia contra dicha plaga sino que, al mismo tiempo, permitiera la adaptación de las distintas variedades al medio particular de cada región. Estos portainjertos, por lo general del mismo origen que la filoxera y, por tanto, adaptados de forma natural contra este parásito, pertenecen principalmente a las especies *Vitis Riparia*, *Vitis Rupestris* y *Vitis Berlandieri*, o a híbridos de éstas (Martínez-Cutillas et al., 1990; Hidalgo, 1993; Keller, 2010; Yuste y Alburquerque, 2019).

En este sentido, numerosos son los portainjertos que se utilizan actualmente en viticultura, confiriendo a la combinación portainjerto-variedad mayor resistencia o tolerancia a la salinidad, a pH más o menos extremo, a elevadas concentraciones de caliza activa, o a la presencia de nematodos en el suelo. De la misma forma, el portainjerto confiere importantes diferencias en la afinidad con variedades concretas, en la capacidad de absorción y utilización de

agua y nutrientes, así como en la capacidad de traslocación de estos (Martínez-Cutillas et al., 1990; Hidalgo, 1993; Keller, 2010; Yuste y Albuquerque, 2019).

Más concretamente, respecto a los portainjertos que se evalúan en este trabajo, al portainjerto **110-Richter** se le atribuye la expresión de una alta productividad y vigor a los injertos, muestra resistencia a la caliza activa (<17%) y a la sequía aunque, sin embargo, no es presentaría resistencia a nematodos, ni tolerancia al exceso de humedad ni a la salinidad. Por su parte, al portainjerto **1103-Paulsen** se le atribuyen buenos resultados en terrenos poco fértiles, resistencia a suelos excesivamente arcillosos, moderadamente salinos y a la sequía estival, así como una alta capacidad de arraigo y desarrollo en las nuevas plantaciones. Por otro lado, al portainjerto **41-B** (Millardet y De Grasset) se le reconoce buena afinidad con las viníferas en general, así como buena adaptación a la sequía, a suelos compactos y a suelos calizos, induciendo vigor medio y elevada producción en injertos de ciclo corto, ya que adelanta la maduración. No obstante, presentaría sensibilidad al exceso de humedad, a la salinidad y a la presencia de nematodos. Finalmente, al portainjerto **161-49 Couderc** se le atribuye adecuada adaptación a suelos calizos, proporcionando producciones regulares y vigor medio a las cepas, así como cierto adelanto de la maduración respecto a otros portainjertos. Sin embargo, este portainjerto presenta tolerancia moderada al exceso de humedad y muy baja resistencia a la salinidad y a la presencia de nematodos (Hidalgo, 1993; Keller, 2010; Martínez-Cutillas et al., 1990).

El presente trabajo se pretende evaluar el comportamiento de cuatro portainjertos en relación a la absorción y traslocación de nutrientes, en condiciones edafo-climáticas asumibles en Rioja, en un viñedo injertado con el cv. Tempranillo.

2. Materiales y Métodos

A lo largo de la campaña de 2018, se llevó a cabo un estudio de evaluación nutricional en un viñedo representativo de la DOCa. Rioja, situado en una parcela del término municipal de Aldeanueva de Ebro (La Rioja). El viñedo se estableció en 1991, con la variedad 'Tempranillo' (clon RJ-78) injertada sobre 4 portainjertos diferenciados, con orientación Nordeste-Suroeste y una densidad de plantación de 3.086 cepas/ha (2,7x1,2 m). Las vides se conducen en espaldera, según un sistema Cordón Royat doble, manteniendo seis pulgares y entre 10 y 12 yemas por cepa.

El suelo de la parcela de ensayo presenta una textura areno-arcillosa franca (USDA), sin limitaciones a nivel físico-químico, con pH elevado (8,47), baja conductividad eléctrica (0,18 mS/cm) y baja materia orgánica (<0,60%). Se observa presencia moderada de carbonatos (14,5%) y de caliza activa (6,3%) en el nivel superficial, aumentando en profundidad (27,4% y 11,6%, respectivamente), junto con un incremento de la CE (0,44 mS/cm). A nivel nutricional, no se observan desequilibrios nutricionales destacables. Las precipitaciones acumuladas entre noviembre y floración han sido de 421 mm, registrándose otros 60 mm entre floración y enero.

El diseño experimental compara los cuatro portainjertos: **110-Richter**, **1103-Paulsen**, **41-B** y **161-49 Couderc**, dispuestos en cuatro bloques al azar, a modo de repeticiones. Las calles se mantienen con laboreo convencional y las cepas se sometieron al control de vegetación y tratamientos fitosanitarios, cuando así se hizo necesario, según las prácticas habituales en la zona.

Se ha llevado a cabo una evaluación del estado nutricional del viñedo a partir del análisis de limbo y pecíolo, en dos momentos del ciclo: floración y envero. En cada repetición, se muestrearon 30 hojas completas, sanas y totalmente desarrolladas, no senescentes, procedentes de 30 cepas representativas, de pámpanos fructíferos de vigor medio, en posición opuesta al primer racimo en floración y en posición opuesta al segundo racimo en el envero (Romero et al., 2010). Las diferentes exposiciones al sol también fueron consideradas, muestreándose ambos lados de la calle. Asimismo, en el momento de la vendimia se evaluaron diferentes componentes del rendimiento, contabilizándose pulgares, pámpanos y racimos por cepa, así como el rendimiento en cada repetición.

Limbos y pecíolos se lavaron con agua corriente y agua destilada y se secaron en estufa a 70°C. Las muestras secas se molieron con un molino ultracentrífugo de tamiz inferior a 0.5 mm. Se determinó el N total (N-orgánico+N-NH₄⁺) mediante el método Kjeldahl, y los nutrientes: P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B y Na, mediante digestión con H₂SO₄ (95%) y H₂O₂ (30%) y determinación con ICP-AES. Las concentraciones se expresan en peso seco.

El estudio estadístico incluyó el test no paramétrico de Normalidad Shapiro-Wilks, el test de Levene para comprobar la homocedasticidad de los datos, así como la transformación a logaritmo cuando fue necesario. Para definir las diferencias entre tratamientos en cada momento de muestreo, los datos se analizaron mediante un procedimiento ANOVA, seguido del test de separación de medias Duncan, con un nivel de confianza $p \leq 0.05$. El programa estadístico utilizado ha sido el SPSS 22.0.

3. Resultados

en cuanto a **componentes del rendimiento** se refiere, los portainjertos 110-R y 1103-P mostraron mayor producción que 161-49 C, diferencias debidas al mayor peso de racimo observado en 1103-P y al mayor número de racimos por cepa que presenta 110-R (Figura 1). Las diferencias observadas en el número de racimos/cepa entre 110-R y 1103-P, quedaron compensadas por la tendencia de este último portainjerto a un mayor peso de racimo.

Respecto a los nutrientes, y dejando el caso del Na para más adelante, valorando en conjunto los resultados de limbo y pecíolo en floración, se observan claras diferencias entre portainjertos, mostrándose 1103-P como el patrón más eficiente en la captación de los nutrientes N, P, Ca, Mg, Zn, Cu y B con respecto a los portainjertos 161-49-C y 41-B (Figuras 2 y 3). Estas diferencias a favor del 1103-P se observan también respecto al portainjerto 110-R para los elementos Ca, P, Mg y Mn (Figuras 2 y 3), lo que convierte al 1103-P como el portainjerto más eficaz, de los cuatro ensayados, en la absorción y transporte de dichos nutrientes.

Del mismo modo, y en una posición intermedia, el portainjerto 110-R también mostró mayor eficiencia respecto al 161-49-C, al mostrar una mayor concentración en P, Ca, Zn, Cu y B, aunque menor de Mn (Figuras 2 y 3). Por su parte, el portainjerto 41-B se asemeja más en su comportamiento al 161-49-C, aunque muestra mayor concentración de Mg, Zn y Cu que este último, así como una menor concentración de Mn y B.

En general, se podría decir que, hasta floración, la capacidad de captación de nutrientes respetaría el siguiente orden: 1103-P > 110-R > 41-B > 161-49-C. Es de resaltar que las

diferencias en rendimiento, que los dos primeros portainjertos mencionados (Figura 1) mostraron en vendimia respecto a los segundos, se manifestarían con intensidad con posterioridad a la floración, en forma de procesos de dilución, especialmente en aquellos nutrientes más limitantes en cuanto a disponibilidad en el suelo.

En cuanto al momento fenológico del envero, los resultados observados parecen mostrar una cierta recuperación de las concentraciones de nutrientes en el portainjerto 161-49-C. De este modo, en envero el portainjerto 1103-P sólo mostró mayor concentración en P, K, Zn y B con respecto al portainjerto 161-49-C, lo que indicaría que dichos elementos no se encuentran en una situación de limitación, y la mayor capacidad de absorción de 1103-P y 110-R no se vería limitada (Figuras 4 y 5).

En otros elementos, sin embargo, se estaría observando un efecto de concentración en el portainjerto 161-49-C o, más bien, de dilución en los patrones de mayor producción. En este sentido, la mayor producción de biomasa renovable o de uva, ya llevaría tiempo demandando mayor cantidad de recursos, al haberse completado prácticamente el desarrollo vegetativo al llegar el envero, así como con el desarrollo de los racimos. En este sentido, elementos que se encontrasen en baja o limitada disponibilidad en el suelo verían como sus concentraciones se diluyen en los portainjertos más productivos. Este podría ser el caso para elementos como el N, Ca, Mg, Mn o Cu en envero (Figuras 4 y 5).

En cuanto al Na, es de destacar la capacidad que tiene el portainjerto 161-49-C para limitar su absorción o, al menos, su traslocación hacia la parte aérea de la planta. De esta forma, tanto en floración como en envero, limbos y/o pecíolos mostraron menor concentración de Na en 161-49-C (Figuras 2 a 5). Esta capacidad debería conferir a este portainjerto cierta tolerancia a condiciones salinas, por lo que la baja tolerancia a la salinidad que se le atribuye quizás sea debida a que los efectos perniciosos se focalizan en la parte radicular del injerto.

4. Conclusiones

En las condiciones del ensayo, los portainjertos 1103-P y, en menor medida, 110-R se mostraron los más eficientes en la absorción de nutrientes, principalmente respecto al portainjerto 161-49-C. De hecho, las limitaciones del medio se vieron reflejadas en los tratamientos más productivos.

El portainjerto 161-49-C tiene la capacidad de limitar la traslocación de Na a la parte aérea de la planta, en lo que podría tratarse de una estrategia para limitar daños debidos a la salinidad.

5. Bibliografía

1. GARCÍA-ESCUADERO, E.; IBÁÑEZ, S.; VILLAR, M.T.; GARCÍA, C.; ROMERO, I. 2003. **Modificación del estado nutricional de la vid en función del portainjerto**. XVIII Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología, Noviembre de 2003; Vilafranca del Penedés, Barcelona (España).
2. GARCÍA-ESCUADERO, E.; ZABALLA, O.; GONZÁLEZ, G.; VILLAR, M.; LÓPEZ, D.; IBÁÑEZ, S.; ROMERO, I.; GARCÍA, C. 2004. **Variación de la composición mineral de la hoja de vid. Ensayos realizados en función del portainjerto y de la variedad**. Vida Rural, 196: 44-48.

3. HIDALGO, L. 1993. **Los portainjertos**. En **Tratado de viticultura general**. Mundiprensa (Ed.). 289-320.
4. KELLER, M. 2010. **Cultivars, clones, and rootstocks**. In **The science of grapevines: anatomy and physiology**. Elsevier (Ed.). ISBN: 978-0124199873
5. MARTÍNEZ-CUTILLAS, A., ERENA-ARRABAL, M., CARREÑO-ESPÍN, M., FERNÁNDEZ-RUBIO, J. 1990. **Patrones de vid**. Consejería de Agricultura, Ganadería y pesca de la Región de Murcia (Ed.).
6. ROMERO, I.; GARCÍA-ESCUADERO, E.; MARTÍN, I. 2010. **Effects of leaf position on blade and petiole mineral nutrient concentration of Tempranillo grapevine (*Vitis vinifera* L.)**. American Journal of Enology and Viticulture, 61: 544-550.
7. YUSTE, J.; ALBURQUERQUE, M.V. 2019. **Influencia de nueve portainjertos de vid sobre el desarrollo vegetativo, la producción y la calidad de la uva del cv. Tempranillo en la D.O. Cigales**. Enoviticultura. 56: 16-27.

6. Agradecimientos

Trabajo financiado por la Consejería de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de la C.A. de La Rioja (R-01-18). Agradecimientos a M. Carmen Arroyo, al personal del Laboratorio Regional de La Grajera, y a la Sección de Viticultura y Enología del SIV-ICVV.

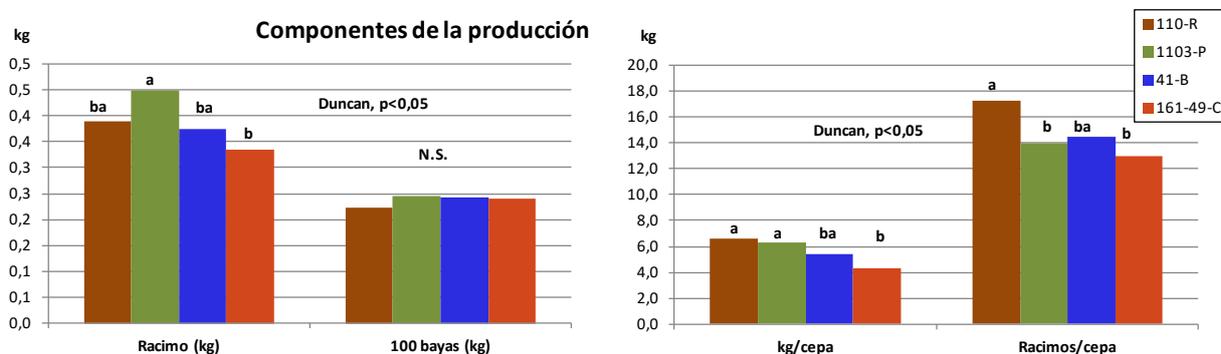


Fig. 1. Componentes del rendimiento

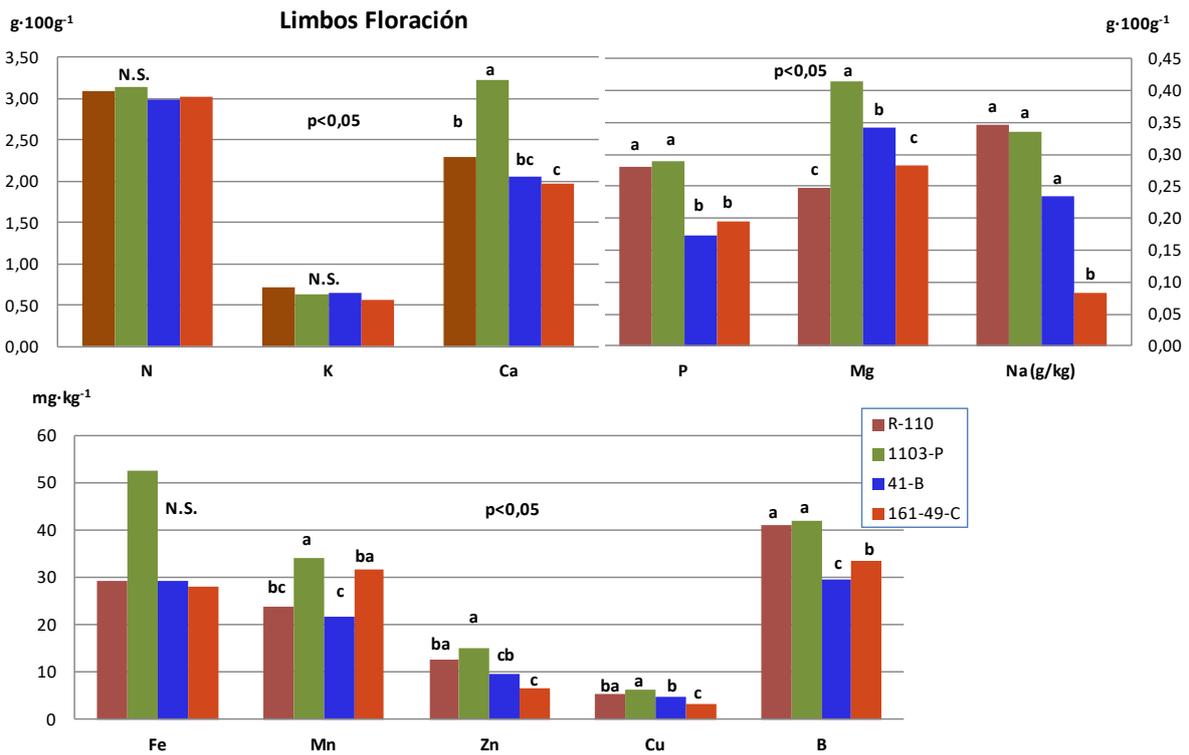


Fig. 2. Concentración de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Na ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), Na ($\text{g}\cdot \text{kg}^{-1}$) y Fe, Mn, Zn, Cu y B ($\text{mg}\cdot \text{kg}^{-1}$) en materia seca de limbos en floración.

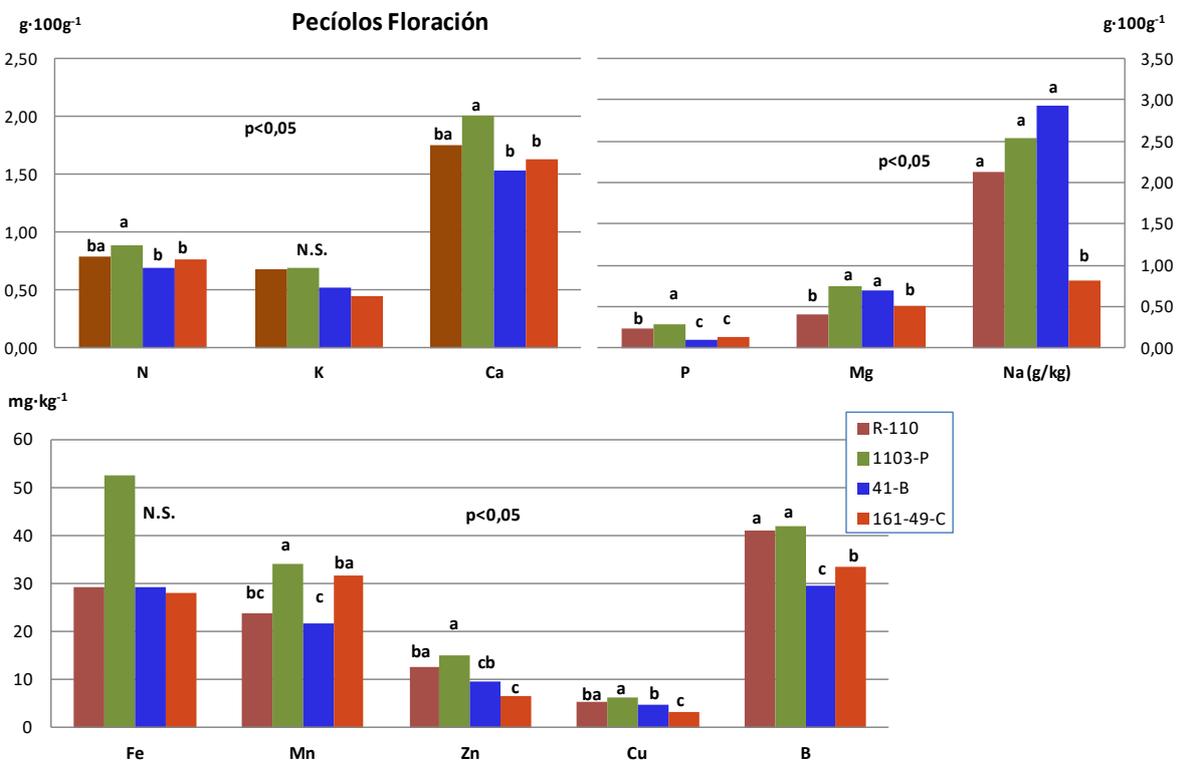


Fig.3. Concentración de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Na ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), Na ($\text{g}\cdot \text{kg}^{-1}$) y Fe, Mn, Zn, Cu y B ($\text{mg}\cdot \text{kg}^{-1}$) en materia seca de limbos en pecíolos en floración.

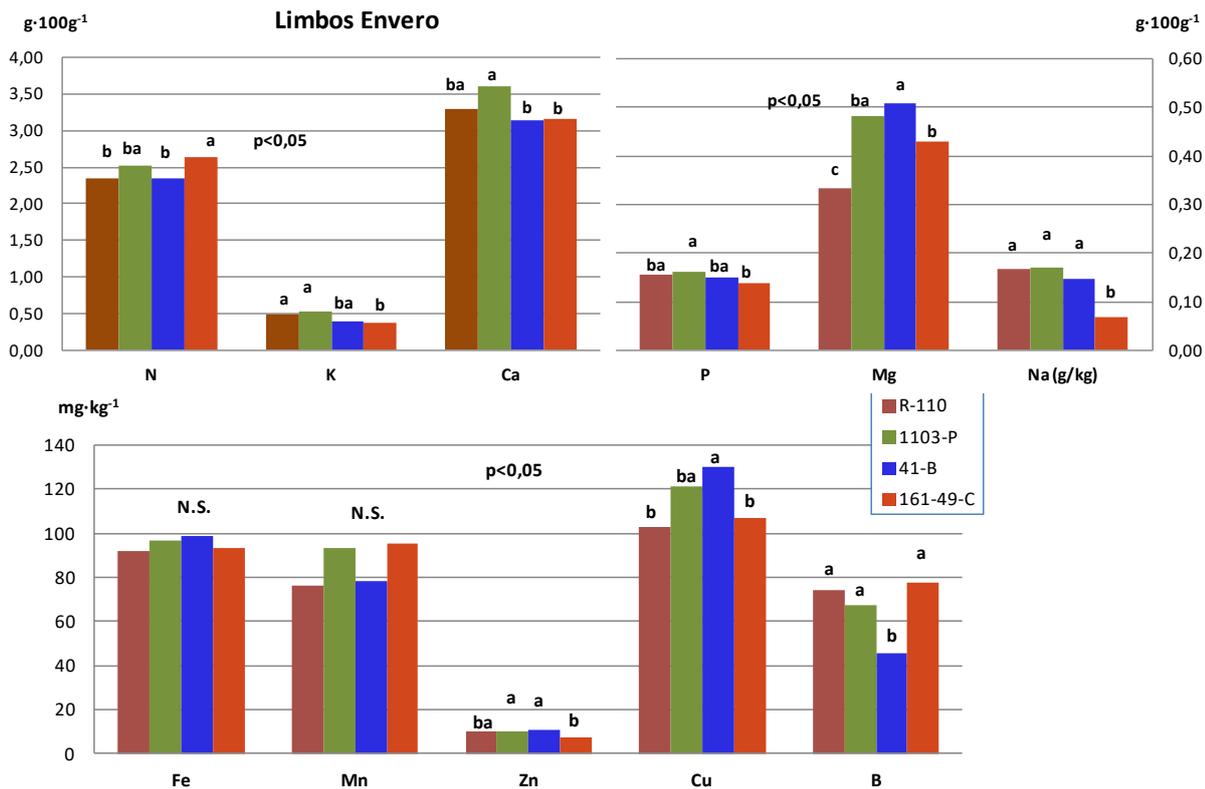


Fig. 4. Concentración de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Na ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), Na ($\text{g}\cdot \text{kg}^{-1}$) y Fe, Mn, Zn, Cu y B ($\text{mg}\cdot \text{kg}^{-1}$) en materia seca de limbos en enero.

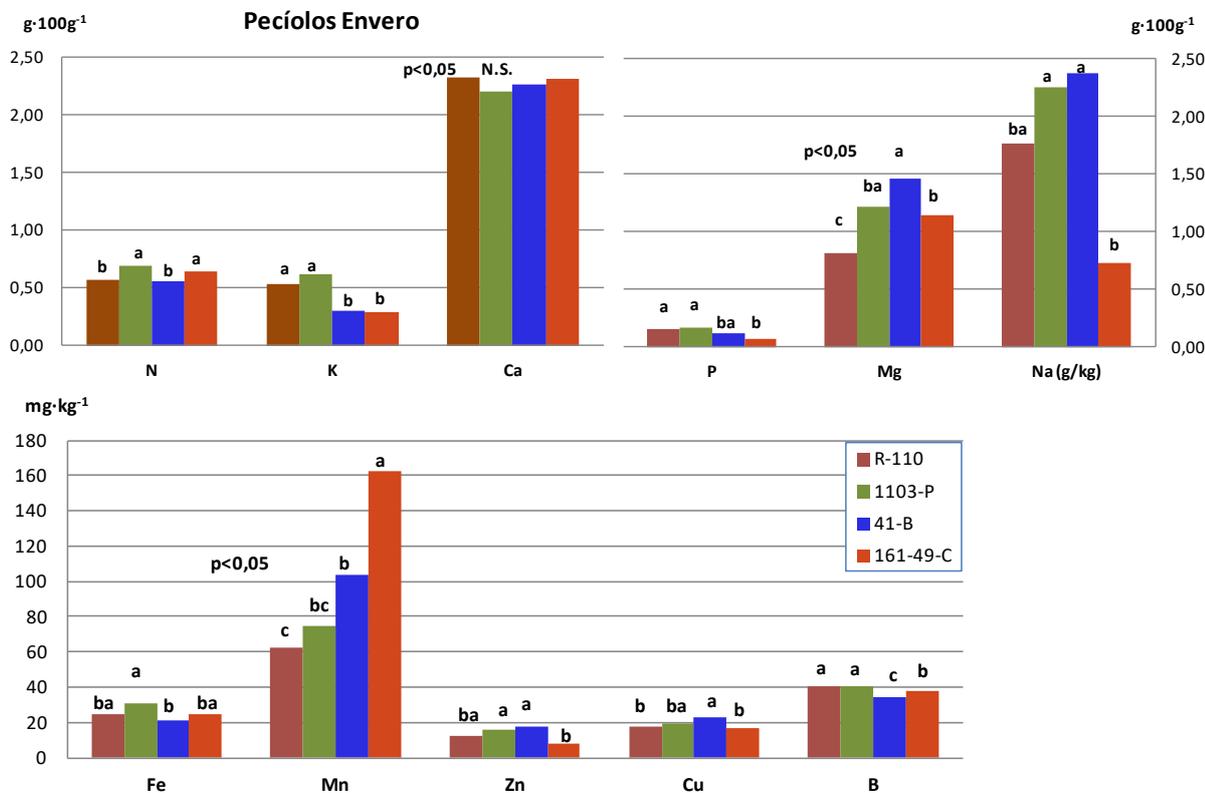


Fig.5. Concentración de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Na ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), Na ($\text{g}\cdot \text{kg}^{-1}$) y Fe, Mn, Zn, Cu y B ($\text{mg}\cdot \text{kg}^{-1}$) en materia seca de limbos en pecíolos en enero.

Selección clonal de la Garnacha Blanca en el Valle del Ebro: situación actual

Ernesto Franco (1), Jesús Usón (1), Alberto Pavón (1), Yolanda Gogorcena (2), Carme Domingo (3), Xoán Elorduy (3), Elisa Baroja (4), Juana Martínez (4), Amaia Martínez (5), José Félix Cibriáin (5), Ana Sagüés (5)

(1) Centro de Transferencia Agroalimentaria, Av. Movera, s/n 50194 Zaragoza. (2) Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC), Avda de Montañana 1005, 50059 Zaragoza. (3) Institut Català de la Vinya i el Vi (INCAVI), Pl. Àgora, 2 08720 Vilafranca del Penedès (4) ICVV Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino, Ctra. Burgos, km. 6, 26071 Logroño.

(5) Sección de Viticultura y Enología. Gobierno de Navarra-EVENA. C/ Valle de Orba, 34 - 31390 Olite (Navarra).

Resumen

Durante el pasado año 2018 se ha continuado trabajando en la iniciativa surgida en el año 2015 en el Valle del Ebro en torno a la variedad Garnacha Blanca. Diferentes centros de las Comunidades Autónomas de La Rioja (SIV- ICVV), Navarra (EVENA), Aragón (CTA y CSIC) y Cataluña (INCAVI) comenzaron a trabajar de manera coordinada con el fin de aumentar la disponibilidad y diversidad en el mercado de material vegetal de esta variedad y realizar una selección clonal conjunta (ANDREU J, *et al.* 2016).

Al inicio del trabajo cada región partía de una situación diferente respecto a los trabajos realizados previamente con la Garnacha blanca, por lo que el desarrollo a lo largo de 2015, 2016, 2017 y 2018 ha sido diferente en cada zona. En este texto se presenta la situación actual de cada región tras los trabajos desarrollados durante la pasada campaña 2018.

1. Introducción

La Garnacha blanca es una variedad de origen ibérico que se implantó rápidamente en las viñas del mediterráneo y del resto del mundo. A partir de esta variedad se obtienen vinos alcohólicos de acidez media-alta y ricos en extracto. Los vinos poseen un color de matices amarillos y con notas verdes, dependiendo del grado de evolución. Son vinos que presentan una complejidad aromática en nariz, predominio de aromas de fruta, manzana, cítricos y notas florales. En boca es equilibrado, sabroso y con buena persistencia (Suberviola *et al.*, 2015).

Durante mucho tiempo la Garnacha blanca estuvo relegada a ser una variedad rectificadora o para la elaboración de vinos dulces y la superficie cultivada sufrió una disminución concentrándose la producción en las zonas vitícolas anejas al valle del Ebro.

Sin embargo, en los últimos años el creciente interés por parte de muchas bodegas en esta variedad ha ocasionado un incremento en la superficie cultivada de GB. Tanto es así que Navarra ha pasado de tener 28,17 de esta variedad en el año 2012, a tener 120 ha al inicio de la campaña 2019. En el caso de La Rioja, en el año 2017 había 148,44 ha (3,27 %) de superficie cultivada de esta variedad amparadas por la D.O. Calificada. En Aragón en el año 2015 constaban un total de 311,33 ha. Finalmente, cabe destacar la importancia de esta variedad en la D.O. de Terra alta, que alcanza en la actualidad a un total de 1.400 Ha plantadas que representan el 22 % de la superficie de producción de esta denominación, gracias a la cual la denominación ha conseguido una importante representación en mercados nacionales e internacionales.

En la actualidad, una de las grandes preocupaciones a nivel mundial en el ámbito vitivinícola es la fuerte disminución del número de variedades de vid cultivadas, que hace necesaria la recuperación de muchas de las variedades antiguas a las que la bibliografía les atribuye una capacidad para producir vinos de gran calidad.

La baja disponibilidad en el mercado de material clonal de la variedad Garnacha blanca de carácter local, así como el interés creciente por esta variedad, plantean la necesidad de llevar a cabo una selección clonal conjunta de dicha variedad en esta región.

En el inicio del proyecto de colaboración entre las cuatro Comunidades Autónomas del Valle del Ebro se establecieron en el año 2015 como prioritarios los criterios de: sanidad vegetal, en lo referente a virosis, y diversidad vegetal, seleccionando accesiones procedentes de diferentes parcelas, con el fin de conseguir clones que mantengan la mayor diversidad entre ellos. Además, las accesiones a seleccionar deberán satisfacer los criterios que fueron fijados al inicio del proceso, relativos a aspectos tanto productivos como cualitativos.

En este texto se presenta la situación actual en cada Comunidad Autónoma tras los trabajos desarrollados durante la campaña 2018.

2. Material y Métodos

Se denomina “clon” a la descendencia vegetativa de una única planta de vid. Para llevar a cabo la selección, dicha vid se elige en función de su identidad varietal, sus caracteres fenotípicos y su estado sanitario (OIV, 2017).

De esta forma, la selección clonal es el método tradicionalmente empleado para la mejora genética de la vid. Su objetivo es conseguir individuos con las cualidades deseadas o capaces de hacer frente a determinados problemas, manteniendo las características genéticas de la variedad. Para llevar a cabo una selección clonal, el proceso se divide en varias fases que se presentan a continuación.

2.1. Proceso de selección clonal

Selección del material inicial – Fase 1.

En esta primera fase se realiza una localización de parcelas de material vegetal de vid. Es preciso localizar parcelas de material vegetal antiguo. En este tipo de viñedo existe una mayor variabilidad intravarietal. Además, los individuos deben someterse a análisis genéticos y ampelográficos para comprobar la autenticidad varietal. Por otra parte, se deberán realizar controles sanitarios y eliminar los individuos afectados por enfermedades.

Durante esta fase también es conveniente realizar una caracterización agronómica y enológica en las parcelas origen de cada uno de los individuos seleccionados.

Observación y conservación de la descendencia vegetativa de los individuos seleccionados- Fase 2

En esta fase se propagan individualmente los individuos seleccionados (candidatos a cabezas de clon) en la fase anterior y que hayan superado el control sanitario realizado. Los

individuos se plantan en una o dos parcelas de comparación de idénticas características edafoclimáticas y para su comparación se utilizan uno o varios clones comerciales. Todo el ensayo se injertará sobre el mismo patrón que preferiblemente será uno de los más utilizados de la región. Durante esta fase también se realiza un proceso de control sanitario que en este caso sería el indexaje leñoso.

Con los datos obtenidos a lo largo de un período de como mínimo tres años, se puede elaborar una clasificación de los clones candidatos según su “comportamiento general”, teniendo en cuenta también determinados caracteres buscados en el marco del programa de selección clonal que se esté llevando a cabo y, como consecuencia, elegir los clones más interesantes para su posterior certificación.

Estudio exhaustivo de los individuos seleccionados en la fase 2- Fase 3.

Para proseguir las observaciones, se multiplican aquellos clones candidatos que muestren un mejor comportamiento según los datos del ciclo de evaluación anterior. Este ciclo de evaluación adicional se desarrollará:

- en varias localidades, a ser posible.
- con varios patrones (los más usados en la región de cultivo),
- con un número suficiente de plantas por clon para obtener una cantidad adecuada de uvas para la microvinificación,
- con un diseño experimental de, como mínimo, tres repeticiones.

Esta fase evaluatoria permite elegir los candidatos a clones que cumpliendo los requisitos reglamentarios persigan una mejora de las características varietales, especialmente en lo referente a la calidad, la productividad, la resistencia a enfermedades criptogámicas y la regularidad en la producción, siempre manteniendo la diversidad existente en el material.

3. Resultados

A continuación se presentan los trabajos realizados durante la campaña 2018 en las cuatro comunidades autónomas.

Aragón

Los trabajos realizados durante la campaña 2017 permitieron pasar de las 71 plantas iniciales a 35 plantas procedentes de 15 parcelas sobre las que se ha trabajado durante la pasada campaña 2018. Gran parte de estos materiales ya se habían incorporado a la colección del Banco de Germoplasma del Gobierno de Aragón en la campaña de 2017 en la que se realizaron los injertos sobre barbados en agosto de ese mismo año.

A lo largo de la campaña 2018, se han visitado las fincas en varias ocasiones. Se ha valorado el estado vegetativo y sanitario (mediados de junio y mediados de agosto). Después, se hicieron controles en la época de vendimia (finales de agosto – septiembre, ajustada a las fechas de vendimia de cada una de las parcelas), y, finalmente, en diciembre, se recogió la madera de todas las plantas seleccionadas. El estudio de los datos de producción y la analítica de los

mostos, junto con las valoraciones de las visitas a campo, han permitido seleccionar 13 biotipos para continuar con un ensayo comparativo en campo y se han vuelto a someter a un barrido de virosis.

Durante el año se ha realizado el análisis molecular de todas las plantas con las que todavía se trabajaba (35), con resultado positivo en cuanto a identificación de la variedad como Garnacha blanca. Asimismo, en el mes de marzo de 2019 se ha procedido a la realización de 50 injertos de cada uno de los 13 biotipos seleccionados sobre barbados certificados R-110. El injerto se ha realizado en taller y tras la fase de estratificación las plantas se han establecido en macetas. Se mantendrán en invernadero hasta brotación, y posteriormente se procederá al establecimiento de un campo de comparación en Almonacid de la Sierra (Zaragoza), en una parcela situada a unos 600 m.s.n.m. En el ensayo, además de los 13 biotipos seleccionados, se incluirán los biotipos de las otras CC.AA. de las que se disponga, así como del testigo previsto. La fecha prevista para realizar la plantación será en la primera quincena de abril.

Cataluña

En primer lugar, se incorporaron en el mes de mayo nuevos biotipos en la parcela comparativa de la finca experimental del INCAVI-IRTA.

Durante la campaña se ha obtenido planta injerto en vivero de los biotipos considerados más interesantes por la comunidad autónoma después de realizar el trabajo de selección con el objetivo de proporcionar este material a Aragón y Navarra.

Durante la vendimia, en el mes de septiembre, se realizó una caracterización agronómica de 41 candidatos en las parcelas de origen: Batea, Gandesa y Vilalba dels Arcs.

Finalmente, durante el mes de diciembre, se recogió la madera de poda para injertar sobre los barbados en la parcela comparativa de La Rioja, aunque en algunos biotipos la madera recogida ha sido escasa.

La Rioja

En el pasado mes de junio de 2018, se plantó la parcela comparativa de Garnacha blanca en La Rioja que incluyan los biotipos propios y los facilitados desde Navarra. Para los biotipos de Aragón y Cataluña, se plantaron barbados con el objetivo de injertarlos en campo esta primavera de 2019 con la madera facilitada por cada una de las dos comunidades. Al finalizar la instalación la parcela contará con 40 plantas por biotipo para cada uno de los 4 biotipos seleccionados por cada comunidad autónoma.

Por otro lado, se dispone de planta injerto para facilitar a Aragón, Cataluña y Navarra para la plantación de sus respectivas parcelas comparativas. En concreto, 40 plantas por biotipo para cada uno de los cuatro seleccionados por La Rioja.

Navarra

Después de seleccionar los 16 biotipos libres de virus y realizar la caracterización durante los años 2014-2017, en 2018 se establecieron los campos de homologación de los

biotipos seleccionados por EVENA en las tres zonas vitícolas de Navarra, en concreto, en los municipios de Andosilla, Murchante y San Martín de Unx.



Figura 1. Plantación del campo de homologación de Garnacha Blanca en San Martín de Unx.

Por otra parte, se clasificaron y valoraron los biotipos en función de los resultados obtenidos en campañas precedentes los biotipos seleccionados teniendo en cuenta mantener una representación de cada linaje u origen de los materiales seleccionados.

Se ha finalizado el proceso de certificación sanitaria mediante PCR e indexage biológico realizado en el Instituto Murciano de Investigación y desarrollo Agraria y Alimentario (IMIDA) que se inició en 2015. Como resultado 14 de los biotipos seleccionados están libres de los virus reglamentados y, por tanto, son clones certificables desde el punto de vista sanitario.

Se ha proporcionado planta injerto de 4 de los biotipos que demuestran más variabilidad a nuestros compañeros de La Rioja, para su implantación en la parcela de caracterización del CIDA. Del mismo modo se han efectuado planta injerto de los mismos 4 biotipos para la futura plantación en la parcela de caracterización en Almonacid en Aragón.

A lo largo de este año 2019 se realizará una nueva plantación de varios de los biotipos seleccionados por EVENA en una nueva parcela de comparación en Olite.

4. Conclusiones

1. Se continúa trabajando en el objetivo inicial del proyecto con el fin de incrementar la diversidad en la oferta de material vegetal de Garnacha Blanca en el Valle del Ebro.
2. Aragón y Cataluña llegan han finalizado la Fase 1 y se encuentran inmersos en la Fase 2.
3. La Rioja y Navarra establecen en 2018 sus respectivos campos de homologación y se encuentran, por lo tanto, en la Fase 3.
4. En la actualidad se dispone biotipos que ya han satisfecho la fase sanitaria.

5. Bibliografía

1. ANDREU J, et al. 2016. **Selección clonal de la Garnacha blanca en el Valle del Ebro: propuesta de colaboración entre diferentes zonas vitícolas.** 31ª Reunión del Grupo de Trabajo en Experimentación de Viticultura y Enología, Madrid.
2. ANDREU J, et al. 2017. **Selección clonal de la Garnacha Blanca en el Valle del Ebro: continuación de los trabajos.** 32ª Reunión del Grupo de Trabajo en Experimentación de Viticultura y Enología, Valladolid.
3. **Registro vitícola del Gobierno de Navarra, 2012.**
4. **Registro vitícola del Gobierno de Navarra, 2017.**
5. **Estadísticas 2012.** El rioja en cifras.
6. **Estadísticas 2017.** El rioja en cifras.
7. **Encuesta de viñedo, 2015.** Gobierno de Aragón.
8. **Denominaciones de Origen protegidas de Cataluña. Vinos y cavas.** Institut Català de la Vinya i el vi (INCAVI). Generalitat de Catalunya. Departament d' Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.
9. OIV, 2017. **Procedimiento de la OIV para la selección clonal de la vid.**

6. Agradecimientos

Las microvinificaciones de los biotipos recopilados, las elaboraciones en colaboración con las bodegas cooperativas, el análisis del perfil aromático y el establecimiento de los campos de homologación en Navarra se enmarcan en el Programa de Desarrollo Rural de Navarra 2014-2020 y está financiado por la Unión Europea a través de los fondos FEADER en un 65% y por el Gobierno de Navarra en un 35%.

Recopilación de material vegetal de viñedo antiguo de Navarra. Variedad Zoca Zarra 2 (clon T20)

Félix Cibriáin, Ana Sagüés, Karmele Jimeno, Iker Uriz, Amaia Martínez, Iker Tres, Soraya Borja, Ion Aspurz.

Sección de Viticultura y Enología de Gobierno de Navarra (EVENA). C/Valle de Orba 34, 31390 Olite (Navarra)
948 74 17 07. jf.cibriain.sabalza@navarra.es

Resumen

Dentro de los trabajos de prospección de material vegetal antiguo de vid “*Cepas Singulares de Navarra*” iniciado por la Sección de Viticultura y Enología de Navarra (EVENA) en el año 2004, en viñas de los municipios de la Baja Montaña navarra (Aibar, Sada y Liédena) aparecen de manera indiscriminada diferentes vidaos intercalados entre las cepas de Garnacha tinta, variedad predominante en la comarca. Entre ellos, se localiza un cepaje que manifiesta un envero significativamente tardío, en torno a dos semanas después de la Garnacha, y matices aromáticos singulares. En la actualidad, se ha iniciado el proceso de inscripción en el Registro Oficial de variedades.

1. Introducción

El material al que se refiere el presente documento forma parte de los resultados obtenidos en el trabajo de prospección de material vegetal de vid “*Cepas Singulares de Navarra*”, que en la actualidad sigue vigente con nuevas incorporaciones.

Consultados y entrevistados los agricultores de más edad nos sugieren varios nombres para denominar esta cepa como: “Morata”, “Royal”, “Hijaro”, “Agracera”, “Vidao”.

Al no existir una nominación concluyente, tal como se establece en el proyecto para aquellas cepas que resultan “desconocidas”, se propone dotar de modo transitorio y a efectos de su inscripción de una nominación fantástica. En este caso el nombre propuesto es Zoca Zarra 2 (T20).

El material seleccionado procede de una viña en vaso, en la actualidad arrancada, que según testimonio del propietario fue plantada en el año 1905 (Fig. 1.) y (Fig. 2).

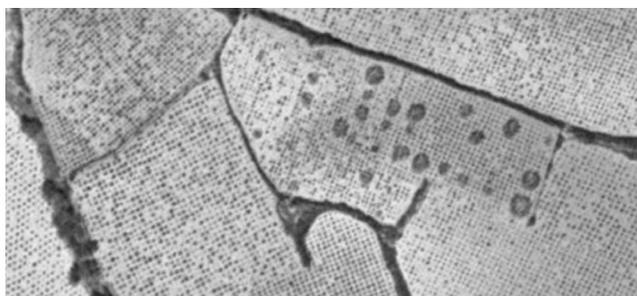


Fig. 1. Parcela origen de la referencia.



Fig. 2. Cepa original seleccionada ZZ2 (T20)

Prospectada en campo en el año 2008, en el transcurso de esa campaña y la 2009, se efectuó una primera caracterización de la producción mediante seguimiento en origen. La descripción inicial perfila esta variedad como *“cepa que produce racimos con bayas de color tinto tirando a bermejo. El fruto describe racimos característicos alargados, cilíndricos y de alta compacidad. De maduración tardía, el grosor de su baya le permite tolerar la podredumbre del racimo, en años en los que otras variedades sucumben. Hojas cuneiformes de color verde oscuro, sin brillo”*. Según manifiesta el viticultor *“se trata de una variedad bastante tolerante a las principales plagas y enfermedades, en especial el oídio”*.

Tras la caracterización inicial, una segunda fase consistió en la selección del material, que respondiendo a parámetros productivos y dentro de la tipología demostrada por la variedad, aportara garantías suficientes respecto al estado sanitario. A partir de estos materiales se inicia la multiplicación vegetativa de la accesión.

2. Material y Métodos

Método de conservación

La conservación del material vegetal sigue la metodología establecida en el proyecto “Cepas Singulares de Navarra”, que consiste en tres niveles de conservación:

1.- Al objeto de incluirlas en el conservatorio de cepas, con la madera seleccionada se procedió a su multiplicación vegetativa. En 2010 se plantaron tres cepas francas (esto es sin portainjerto) en contenedor dentro del umbráculo, debidamente identificadas. En esta ubicación, sita dentro del recinto de la Estación, se persigue preservar en condiciones óptimas de conservación las tres plantas que a efectos de su posible certificación se conviertan en el material parental.

2.- Por otro lado, seis plantas de análogas características a las anteriores pero injertadas sobre portainjerto de categoría inicial, se ubican en la parcela de cultivo situada en el paraje Extremal, cultivada y controlada directamente por personal de EVENA. Es en esta parcela donde se efectúa la primera aproximación a la caracterización productiva de la variedad,

proporcionando los datos de los que se nutre el presente informe. Es decir, en esta parcela se llevan a cabo los primeros controles fenológicos, ampelográficos, agronómicos, etc.

3.- Se establecen 30 cepas de cada referencia en un esquema de tres repeticiones sobre dos portainjertos. El diseño permite la obtención de una producción de uva suficiente para abordar una microvinificación con la que se capaces de evaluar la potencialidad que el cepaje es capaz de desplegar.

Caracterización genética

En el año 2010 hojas jóvenes de la variedad se mandaron a analizar al Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), donde se analizaron 20 microsatélites: VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD21, VVMD24, VVMD25, VVMD27, VVMD28, VVMD32, VVIN73, VVIP31, VVIP60, VVIQ52, VVIV37, VVIV67, VVIN16, VVIB01, VVIH54, VMC1b11 y VMC4F3-1.

Durante el año 2015, dentro del marco del proyecto *“Documentación, caracterización, y racionalización del germoplasma de vid prospectado y conservado en España. Creación de una colección nuclear”*, se volvieron a enviar al IMIDRA muestras de hojas jóvenes de la misma variedad procedentes de posteriores prospecciones.

Caracterización sanitaria

Según el protocolo establecido en el proyecto *“Cepas Singulares de Navarra”*, se realizan de modo periódico en el Laboratorio de Biología Vegetal del Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local del Gobierno de Navarra análisis de virosis mediante test ELISA. En los años 2008, 2010 2015 y 2018, han sido efectuados análisis serológicos correspondientes a los siguientes virus: entrenudo corto, enrollado I y III, mosaico del Arabis (GFLV, GLRVI, GLRVIII y ArMV).

En el año 2014, fue remitido material vegetal (sarmientos) de Zoca Zarra 2 (T20) al Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) para su análisis serológico y biológico, mediante las técnicas de Indexage Biológico, ELISA y PCR para los virus reglamentados entrenudo corto, enrollado I y III, mosaico del Arabis. Además se analizaron los virus no reglamentados enrollados 2, 4, 5, 6, y 9.

Caracterización ampelográfica

Durante el año 2014 se realizó la caracterización ampelográfica de la variedad, utilizando para ello las cepas situadas en la parcela del Extremal. Dicha caracterización consiste en realizar una valoración visual y clasificar la variedad según diferentes parámetros referentes a la sumidad, hoja joven, pámpano, hoja adulta, racimo, baya, envero y flor.

Caracterización fenológica

En el transcurso de las campañas 2016, 2017 y 2018 se ha llevado a cabo un seguimiento de los estados fenológicos de la variedad Zoca Zarra 2 (T20). Se realiza una observación visual semanalmente controlando siempre las mismas cuatro cepas de acuerdo al Sistema de Bagliolini.

Caracterización agronómica y enológica

Complementando el estudio de esta variedad, se han efectuado controles agronómicos y enológicos de las vendimias de las seis últimas campañas, comprendidas entre 2013 y 2018.

Los controles se han realizado en las cepas de referencia situadas en la parcela experimental de "El Extremal" situada en Olite. Se trata de una fila de 6 cepas, de las cuales las de los extremos son bordes y, por lo tanto, se controlan las 4 centrales.

En el momento de la vendimia se hace un análisis de maduración de los mostos para determinar los valores de los principales parámetros de maduración: Grado Probable (G.P), acidez total, el contenido de ácido málico y el pH. Se han elaborado vinos monovarietales a partir de la uva procedente de la parcela del Extremal (6 cepas) y de la parcela de caracterización de Baretón (30 cepas).

Al finalizar el proceso de vinificación los vinos son analizados por el Laboratorio Enológico de Navarra situado en las instalaciones de EVENA para conocer los parámetros más importantes del producto terminado. En cada campaña el vino elaborado ha sido valorado por un panel de cata formado por hasta 11 especialistas catadores de la Sección de Viticultura y Enología del Gobierno de Navarra.

3. Resultados

Identificación y documentación bibliográfica.

En el informe de identificación emitido en octubre de 2010 por IMIDRA, se calificaba a la variedad como "no identificada Var. Minoritaria de Madrid". Y decía al respecto que *"presenta un perfil único y diferente a los incluidos en nuestra base de datos de la colección"*. El código identificativo asignado fue MEXT_0031.

En el transcurso del periodo de recopilación, son varias denominaciones las que manejan los agricultores para nombrar a esta cepa. Algunas de las que se citan son: *"Morata"*, *"Royal"*, *"Hijarol"*, *"Agracera"*, *"Vidao"*, etc. Los agricultores de más edad consultados, si bien no expresan una uniformidad deseable, de forma mayoritaria se decantan por la nominación **"Royal"**.

En el *"Avance estadístico sobre cultivo y producción de la vid en España"*, de 1891, en la relación de variedades cultivadas en Navarra, se cita la variedad **"Royal"** (nombre botánico Vivax). Con posterioridad a inicios del siglo XX, en la Memoria General del Congreso Nacional de Viticultura de 1912, celebrado en Pamplona (edición de 1914), se relaciona el cultivo de la variedad **"Royal"**, que se distingue de la variedad Rojal, variante colorada del cepaje Alarije.

En 2015, dentro del marco del proyecto indicado con anterioridad, muestras de la misma variedad aparecidas en otras parcelas fueron remitidas al Encín para su corroboración identitaria. La novedad que se produce respecto al resultado de 2010, es que el genotipo correspondiente al código MEXT_0031 pasa de ser una variedad "no identificada" a designarse como **"Tortozona Tinta"**. Otra de las conclusiones del proyecto indica que se trata de una variedad que se ha encontrado en cuatro CCAA, Madrid, Castilla la Mancha, Aragón y Navarra.

Se evidencia de forma clara que existe una discrepancia entre la denominación utilizada en Navarra con la que otorga la base de datos del Encín, que puede explicarse por tratarse de una sinonimia.

Estado sanitario

El resultado remitido por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente con fecha 15/12/2016 tanto para los virus reglamentados como los no reglamentados fue **negativo**. Como consecuencia, el material vegetal de la variedad objeto del informe cumple con lo establecido en el Reglamento Técnico de Inscripción de Variedades de Vid.

Ampelografía

En el anexo 1, se resumen en forma de ficha los resultados de la caracterización ampelográfica.

Fenología

En las siguientes figuras se recogen los resultados del seguimiento fenológico para los estados más significativos, brotación y envero respectivamente, en comparativa con la Garnacha tinta.

La variedad Zoca Zarra 2 (T20) puede adjetivarse como variedad tardía. Su ciclo vegetativo es muy largo. Brota con anterioridad a la Garnacha, y finaliza su ciclo de maduración 15 días después que esta.

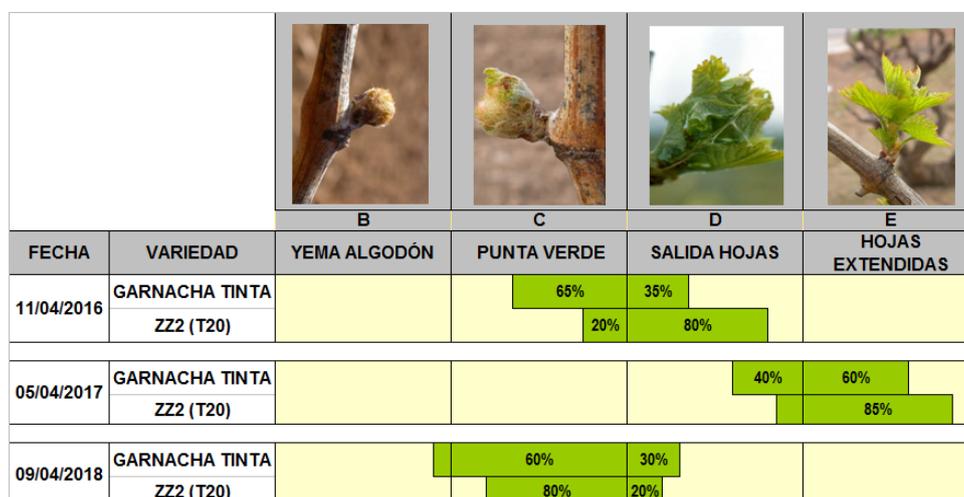


Fig. 3. Comparación de estados fenológicos predominantes en la variedad ZZZ (T20) y la variedad de referencia (Garnacha tinta) durante un momento concreto de la brotación en los años 2016, 2017 y 2018.

					
		L	L	M	M
FECHA	VARIEDAD	TAMAÑO GARBANZO	CIERRE DE RACIMO	ENVERO	MADURACIÓN
20/08/2018	GARNACHA TINTA			90%	
	ZZ2 (T20)		50%	50%	

Fig. 4. Comparación de estados fenológicos predominantes en la variedad ZZ2 (T20) y la variedad de referencia (Garnacha tinta) entre los estados de cierre del racimo y envero.

Controles agronómicos y enológicos del mosto.

A continuación se resumen los resultados de los controles agronómicos de las distintas campañas.

Tabla 1. Datos agronómicos de Zoca Zarra 2 (T20)

Año	Fecha	Peso racimo (g)	Nº Racimos / Cepa	Peso cepa (g)	Peso 100 (g)
2013	23-oct	260,8	14,8	3860	147,2
2014	16-oct	251,1	14,7	3683,3	188,2
2015	30-sep	304,2	15	4562,5	137,3
2016	03-nov	342,3	-	-	153,8
2017	09-oct	175,5	18,3	3216,7	131,9
2018	16-oct	397,3	9,3	3675	172,8
Media	16-oct	288,5	14,4	3799,5	155,2

La productividad de la Zoca Zarra 2 (T20), puede catalogarse como regular con un potencial medio-alto (3,8 kg por cepa). Demuestra un racimo de tamaño medio, con forma cilíndrica-triangular característica. Compacidad media-alta y bayas no muy grandes.

En los años que dura esta aproximación al comportamiento varietal de la Zoca Zarra 2, no ha presentado corrimiento (Fig. 5).

De envero muy tardío, durante el periodo de maduración las bayas presentan un tono tirante a morate que tiende a rojo oscuro conforme avanza el ciclo. No llega a ponerse tinta. Las bayas se caracterizan por el grosor del hollejo, con un hollejo significativamente grueso, circunstancia que desde el punto de vista sanitario le proporciona rusticidad frente a los principales agentes bióticos, destacando una alta tolerancia a oídio. Aún catalogada como variedad tardía, el estado sanitario de la producción en el momento de la vendimia ha sido óptimo.



Fig. 5. Detalles del racimo

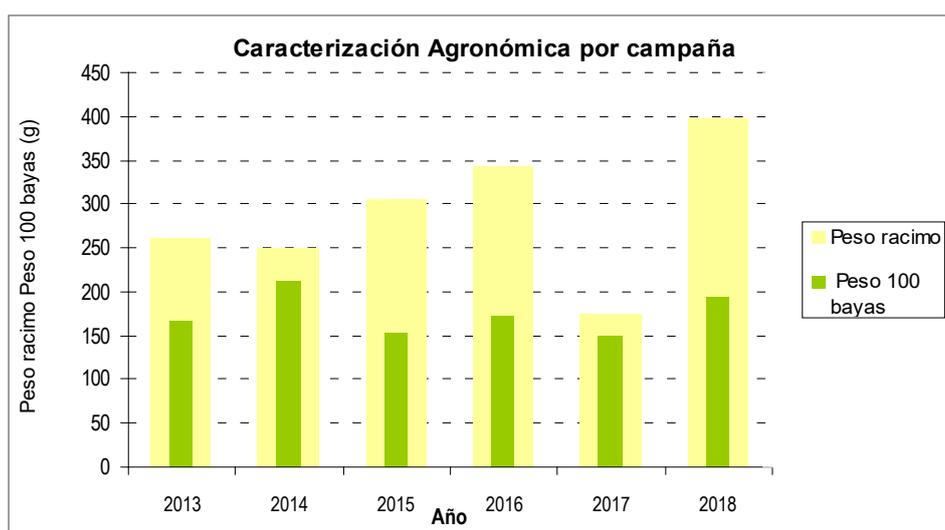


Fig. 6. Datos agronómicos de ZZ2 (T20).

En la Tabla 2 se recogen los resultados analíticos de maduración de los mostos en el momento de la vendimia.

Tabla 2. Resultados analíticos de maduración ZZ2 (T20).

Año	Fecha	G.P. (%)	pH	A.T.T.(g/l)	A.málico (g/l)
2013	23-octubre	13,59	3,24	7,65	2,6
2014	16-octubre	13,45	3,35	6,45	2,2
2015	30-septiembre	14,06	3,29	6,33	1,01
2016	3-noviembre	12,69	3,35	5,7	1,1
2017	9-octubre	14,72	3,41	5,4	1,3
2018	16-octubre	15,04	3,46	4,8	1,2
Media	16-octubre	13,9	3,4	6,1	1,6

El momento de la recolección en las condiciones de Olite, se sitúa en torno al 16 de octubre. Años como el 2016 la vendimia se efectuó el tres de noviembre. El tardío envero y cierre de ciclo de maduración no impide la correcta acumulación de azúcares acompañada de valores de pH y acidez adecuados que proporcionan equilibrio en la producción. La Zoca Zarra 2 (T20) se muestra perezosa a la hora de sintetizar moléculas colorantes, circunstancia que sin duda va a determinar el especial carácter de los vinos resultantes.

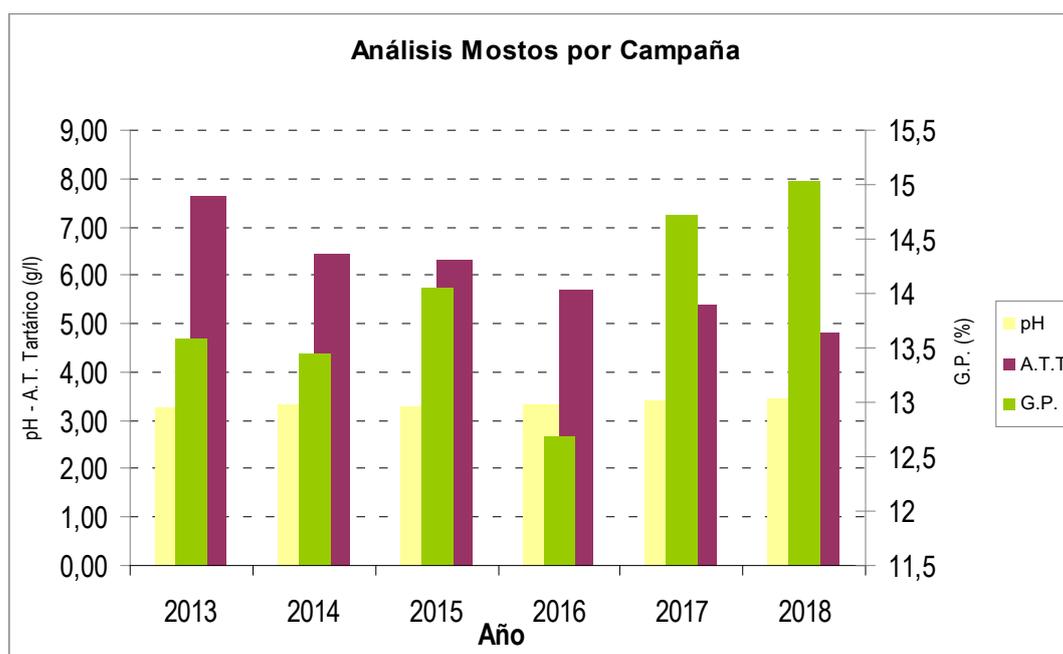


Fig. 6. Resultados analíticos del mosto ZZ2 (T20) por campaña.

Enológicos

Respecto al vino elaborado, en la siguiente tabla se presentan los principales parámetros analíticos básicos que caracterizan el vino resultante en cada campaña: nivel medio-alto en alcohol, intensidad colorante bajo, buen pH, bajo índice de polifenoles totales.

Tabla.5. Parámetros básicos del vino.

AÑO	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Media
GRADO ALC VOL ADQUIRIDO 20/20 %Vol	13,61	13,68	15,44	13,91	15,35	13,79	14,30
ACIDEZ TOTAL g/l ac. Tartárico	6,2	4,9	5,1	5,5	5,5	5,1	5,38
pH	3,35	3,49	3,58	3,24	3,49	3,34	3,42
DENSIDAD OPTICA 420 nm Un Abs/cm	0,787	0,761	1,102	0,787	0,569	0,795	0,800
DENSIDAD OPTICA 520 nm Un Abs/cm	0,867	0,877	1,132	1,138	0,585	1,044	0,941
DENSIDAD OPTICA 620 nm Un Abs/cm	0,136	0,157	0,207	0,145	0,081	0,147	0,146
INTENSIDAD COLORANTE Un Abs/cm	1,79	1,80	2,44	2,07	1,24	1,99	1,89
ÍNDICE POLIFENOLES TOTALES Un Abs/cm	16	21	24	20	16	18	19
TONALIDAD	0,908	0,868	0,973	0,692	0,973	0,761	0,863

Como conclusión de los resultados analíticos de los diversos años, se trata de una variedad que alcanza un buen grado alcohólico, manteniendo adecuada acidez y pH, de baja intensidad colorante por baja concentración de antocianos.

El vino resultante, aun elaborándose como tinto, denota un característico color rosa-fresa con tonos morados, resultado del carácter específico de las bayas de esta variedad, las cuales, tal como se indicó con anterioridad, acumulan menor cantidad de antocianos que las variedades tintas por excelencia. El aspecto peculiar por el que este vino destaca es por su particular perfil en la fase olfativa.

Tabla.6. Valores medios de las diferentes fases de cata en los diversos años.

	FASE	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MEDIA
MEDIA	VISUAL	6,50	6,45	5,18	10,13	7,36	8,43	7,34
	OLFATIVA	17,00	20,82	22,27	24,50	22,82	23,57	21,83
	BOCA	19,80	29,55	28,27	32,13	32,18	34,71	29,44
	GENERAL	7,75	8,27	8,36	9,00	8,91	9,29	8,60
MEDIANA	VISUAL	6,50	7,00	5,00	10,50	7,00	9,00	7,50
	OLFATIVA	18,00	22,00	25,00	25,00	23,00	24,00	22,83
	BOCA	25,00	30,00	28,00	32,50	32,00	36,00	30,58
	GENERAL	8,00	8,00	8,00	9,00	9,00	9,00	8,50
MEDIA TOTAL		57,8	65,1	64,1	75,8	71,3	76,0	68,33
MEDIANA TOTAL		60	67	64	77	72	75	69,17

Las puntuaciones resultantes de las catas han sido estables a lo largo de los años, obteniendo una puntuación media global de 68,1 sobre 100 en base a la ficha de la UIE homologada por la OIV. Se trata pues, de un vino caracterizado como "bueno" desde un punto de vista técnico.

Estos son algunos de los aspectos relevantes del vino obtenido con la variedad ZZ2
(T20):

- Color: El vino resultante ha destacado por un característico color rosa-fresa con ribete morado y baja intensidad colorante. Color de rosado subido.
- Olor: Intensidad aromática alta, dotado de un perfil aromático particular, destacan las flores de violetas y ébano, afrutado, acidez, frescor, notas de licor de guindas.
- Sabor: Largo, suave y amable, fruta roja madura y dulce. Marcado postgusto de avellanas. Sorprendente, original y con potencial comercial.
- Es una variedad con mucha rusticidad y resistencia. Baja en intensidad colorante. Con un aroma muy peculiar.

4. Conclusiones

- La Zoca Zarra 2 (clon T20), de la que ha sido posible recuperar individuos en las viñas de más edad de la comarca vitícola de la Baja Montaña navarra, es una variedad genuina, desde el punto de vista genómico, fenológico, morfológico y de su producción.
- Su particular carácter ha permanecido homogéneo y estable a lo largo de los años de duración del presente estudio, y se han conseguido materiales óptimos desde el punto de vista sanitario.
- Las características referentes a la duración de su ciclo vegetativo, así como su rusticidad, identifican la utilización de ZocaZarra 2 (T20) como posible herramienta con la que abordar futuros escenarios ambientales.
- Respecto a las discrepancias en la nominación, se considera preciso realizar de forma conjunta estudios adicionales de documentación bibliográfica y de otra índole, en las CCAA en las que se ha localizado, al objeto de otorgar el nombre vernáculo más recurrente y que mejor identifique a la variedad.
- La Zoca Zarra 2 (T20) manifiesta una alta potencialidad para la elaboración de un producto distinto y óptimo desde el punto de vista cualitativo, y puede permitir la posibilidad de desarrollar un producto novedoso en el entorno de la vitivinicultura más próxima al territorio donde se obtuvo.

Anexo 1. Resumen de la caracterización ampelográfica de ZZ2 (T20).

Sumidad			
Apertura extremidad totalmente abierta			
Distribución de la pigmentación antocianica extremidad ribeteada			
Densidad pelos tumbados de la extremidad baja			
Hoja joven			
Color del haz Verde			
Densidad de los pelos tumbados del envés nula			
Pámpano			
Color cara dorsal entrenudos Verde y rojo	Color cara dorsal nudos Verde y rojo		
Color cara ventral entrenudos Verde y rojo	Color cara ventral nudos Verde y rojo		
Hoja adulta			
Tamaño del limbo Grande	Pigmentación de los nervios Nula		
Forma Cuneiforme	Diente en seno peciolar Ausente		
Hinchazón del haz Nulo	Limitación venas en seno peciolar No delimitada		
Nº lóbulos Cinco	Diente en seno lateral Ausente		
Profundidad de los senos laterales Medios	Densidad pelos tumbados entre nervios envés Nula		
Apertura del seno peciolar Cerrado	Densidad pelos erguidos sobre nervios envés Baja		
Relación longitud/anchura de los dientes Medios	Long peciolo/long nervio central Igual		
Forma de los dientes Mezcla de ambos lados rectilíneos y ambos lados convexos			
			
Racimo			
Longitud Medio, unos 16cm			
Compacidad Medio			
Baya			
Longitud Corta, unos 13 mm			
Forma Esférica			
Color de epidermis Azul negra			
Intensidad coloración de la pulpa Ausente			
Grado de consistencia Firme			
Sabores particulares Especial			
Presencia de pepitas Presentes			
Envero	Época de Envero Muy Tardío		
Flor			
Órganos sexuales Estambres completamente desarrolladas y gineceo completamente desarrollado			

COMPARACIÓN AGRONÓMICA Y CUALITATIVA DE 3 CLONES PRESELECCIONADOS DE LAS VARIEDADES TINTAS RUFETE Y PRIETO PICUDO OVAL, EN VALLADOLID, EN LA CAMPAÑA 2016

J. Yuste*, E. Barajas, J.A. Rubio, D. Martínez-Porro

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
Ctra. Burgos km.119, 47071 Valladolid. *E-mail: yusbomje@itacyl.es

Resumen

La variedad de vid tinta denominada Rufete se cultiva mayoritariamente en la D.O.P. Sierra de Salamanca, al Sur de la provincia. La variedad tinta Prieto Picudo se cultiva fundamentalmente en la D.O. Tierra de León, en el Sur de León y el Noroeste de Valladolid. Esta variedad presenta una variante somática, conocida como 'Prieto Picudo Oval', con bayas más ovaladas, que en las últimas décadas ha sido objeto de interés para el sector vitivinícola local.

En la última década del siglo XX se iniciaron trabajos de búsqueda y reconocimiento de ambas variedades y a partir de 2002 se intensificó la prospección por parte del ITACYL, logrando identificar cepas que se encontraban en viñedos viejos y heterogéneos. A continuación se hizo una preselección de cepas procedentes de diferentes parcelas que pudieran presentar cierta variabilidad genética, para iniciar un proceso de selección clonal. La primera preselección clonal se plasmó en la plantación de 10 cepas de cada uno de los tres clones previamente elegidos, de cada variedad, en una colección del ITACYL, en Valladolid.

El estudio de los clones, injertados sobre 110R, se inició a partir de 2011. El trabajo que se presenta se refiere a la campaña 2016, contando con cepas de 10 años de edad, conducidas en espaldera, con un marco de 2,7 x 1,4 m, y podadas en cordón Royat bilateral.

En la variedad **Rufete**, el clon CL-115 fue más productivo, sobre todo con respecto al CL-100, el cual mostró el menor número de racimos por cepa aunque también el mayor peso de racimo. El peso de madera de poda mostró a los clones CL-115 y CL-100 como más vigorosos que el CL-91, debido a la variación del peso del sarmiento. El clon CL-100, sobre todo, y el CL-115 mostraron más azúcares que el CL-91. El clon CL-100 mostró mayor nivel de pH y potasio, lo que podría relacionarse con una maduración tecnológica más intensa, asociada a su menor nivel productivo. El CL-91 mostró menor acidez total, resultando menos favorable a la madurez de la uva, en relación con su producción moderada y su menor desarrollo vegetativo.

En la variedad **Prieto Picudo Oval**, el clon CL-114 fue menos productivo que CL-1 y CL-116, debido al número de racimos por cepa y al peso del racimo respectivamente. La variación del peso de racimo fue significativamente decreciente en este orden: CL-116, CL-1 y CL-114, debido al número de bayas del racimo. El clon CL-116 fue más vigoroso que el CL-114, y éste a su vez que CL-1, debido al peso del sarmiento. El clon CL-1 mostró más azúcares que el CL-114, situándose el CL-116 entre ambos. El pH no mostró diferencias significativas entre clones, pero la acidez total, el ácido tartárico, el ácido málico y el potasio presentaron menor valor en el clon CL-1, el de menor desarrollo vegetativo. El IPT presentó un valor ligeramente mayor en el clon CL-114, sin que la diferencia fuese significativa respecto a los otros clones.

En definitiva, atendiendo a las diferencias observadas entre clones, existe la posibilidad de conjugar las mismas, en la elección de clones, con los objetivos productivos y cualitativos específicos de cualquier posible plantación nueva de viñedo.

1. Introducción

La variedad de vid tinta denominada **Rufete** ha sido localizada mayoritariamente en la Denominación de Origen Protegida (D.O.P.) Sierra de Salamanca, enmarcada en la comarca de la Sierra de Francia, ubicada al Sur de la provincia. Dicha zona, que presenta una orografía accidentada, cuenta con viñedos muy viejos donde se cultiva dicha variedad, que viene siendo muy apreciada entre las variedades tintas desde hace bastantes años (Huetz *et al.* 2001). La situación geográfica y la orografía accidentada de esta comarca, que conllevan un cultivo costoso de la vid, han provocado que algunos viñedos hayan permanecido relativamente aislados, por lo que se han conservado poblaciones de cepas que constituyen un material vegetal de gran importancia genética y que puede dar lugar al reconocimiento y caracterización de distintos clones (Yuste *et al.* 2006).

El origen de la variedad Rufete, como el de muchas otras variedades, no se conoce con exactitud, pero también se cultiva en Portugal (Böhm *et al.* 2007), estando reconocida y recogida oficialmente en el Registro de Variedades Comerciales de vid (Chomé *et al.* 2003). El estudio de cepas individuales de la variedad Rufete en la Sierra de Francia permitió vislumbrar que algunas de sus características, tanto de tipo morfológico, por ejemplo el tamaño pequeño a moderado del racimo, como de tipo cualitativo, por ejemplo el equilibrio entre acidez y grado alcohólico, despiertan un enorme interés por su desarrollo comercial (Yuste *et al.* 2010).

La variedad tinta de vid **Prieto Picudo** se cultiva mayoritariamente en la D.O. Tierra de León, situada en el Sur de la provincia de León y el Noroeste de la provincia de Valladolid, aunque también se cultiva en Portugal (Böhm 2007). El origen de la misma no se conoce con exactitud, pero se encuentran en la literatura diversas referencias a su cultivo en Castilla y León (Yuste *et al.* 1998) y al consumo y la comercialización de su vino. Su racimo es pequeño en general, de forma cónica, con alas y compacto. La baya, de color negro, suele ser pequeña y apuntada. Es una variedad considerada de vigor medio, baja fertilidad, que conlleva una producción media-baja, y época de maduración media (Arranz *et al.* 2007). Su uva destaca por la buena relación entre azúcares y acidez y por su color (Rubio *et al.* 2009).

Esta variedad presenta una variante somática, denominada Prieto Picudo Oval, con bayas más ovaladas (Pereira *et al.* 2014). Desde hace décadas el sector vitivinícola local ha mostrado interés por esta variante, basado en ciertas expectativas de tipo cualitativo, lo que llevó al ITACYL, en la última década del siglo XX, a iniciar trabajos de búsqueda y reconocimiento de dicha variante oval de la variedad Prieto Picudo que pudieran encontrarse en viñedos heterogéneos de elevada edad (Huetz 2001).

El Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL) inició en el año 2002 un **programa de prospección** de las variedades Rufete y Prieto Picudo Oval en sus zonas de mayor intensidad de cultivo. Este programa permitió identificar numerosas cepas que se encontraban aisladas en viñedos heterogéneos de elevada edad, apoyándose en técnicas de identificación moleculares y ampelográficas (García *et al.* 2005, Arranz *et al.* 2008). La evaluación de aspectos morfológicos y agronómicos durante varios años en los viñedos originales dio lugar a una primera elección de cepas procedentes de diferentes viñedos que presumiblemente pudieran presentar cierta variabilidad genética. Dicha elección ha pretendido el inicio de un proceso que desembocase en una selección clonal.

La diversidad de posibles condiciones climáticas de cultivo del viñedo, e incluso la tendencia general observada hacia un posible cambio climático que podría acarrear variaciones en el comportamiento de las variedades de vid (Schultz 2000, Seguin 2007), hacen aconsejable

conocer el comportamiento de posibles clones para adaptar su cultivo a los objetivos productivos y cualitativos que el sector vitivinícola plantea (Yuste *et al.* 2006).

La primera preselección clonal de Rufete y Prieto Picudo Oval se llevó a cabo a través de la plantación de 10 cepas de cada uno de los tres clones de cada variedad previamente elegidos en distintos viñedos originales, en una colección experimental del ITACYL ubicada en la finca Zamadueñas, en Valladolid. Este planteamiento se basa en la consideración de que cualquier programa de selección clonal debe evaluar el comportamiento de los posibles clones en un mismo ámbito geográfico y edafoclimático, para que los factores de comparación entre clones sean objetivos (Yuste *et al.* 2006).

El objetivo de este trabajo es el estudio plurianual de la respuesta agronómica y cualitativa de tres clones tanto de la variedad Rufete como de la variedad Prieto Picudo Oval, previamente preseleccionados en sus zonas de origen, en las condiciones edafoclimáticas del centro del valle del río Duero, a través de un modo de cultivo estandarizado en España, basado fundamentalmente en la conducción en espaldera y la poda corta en cordón Royat bilateral.

2. Material y Métodos

El material vegetal empleado es *Vitis vinifera* L. cv. Rufete y cv. Prieto Picudo Oval, injertado sobre patrón 110 Richter. Los barbados de portainjerto fueron plantados en 2005 e injertados con yemas de 3 clones preseleccionados de ambos cultivares en la primavera de 2006. Se dispuso de 10 cepas de cada clon, en una colección que incluye clones preseleccionados de otras 4 variedades minoritarias tradicionales de Castilla y León. La colección experimental se localiza en la finca Zamadueñas, perteneciente al ITACYL, en el término municipal de Valladolid, a una altitud de 695 m (s.n.m.) y cuyas coordenadas geográficas son 41° 42' 8" N, 4° 42' 31" O.

Los clones preseleccionados a estudiar son los siguientes, según la variedad, Rufete: CL-115, CL-100, CL-91; Prieto Picudo Oval: CL-116, CL-114, CL-1. Las cepas están dispuestas con un marco de plantación de 2,7 m x 1,4 m (2.645 cepas/ha). Están conducidas en espaldera, con un sistema de poda en cordón Royat bilateral, en el que se deja una carga de 16 yemas, distribuidas en 4 pulgares por brazo. La orientación de las filas es Norte-Sur + 25° (NE-SO).

El viñedo fue cultivado en régimen de riego deficitario, mediante aplicación semanal por goteo equivalente al 30% de la ETo, desde la parada de crecimiento de pámpanos principales hasta la semana de vendimia, que correspondió a 84 mm en total.

En el suelo del viñedo experimental se distinguen tres horizontes cuyas principales características se detallan en la tabla 1. Se trata de un suelo con alta pedregosidad interna y superficial, sin limitaciones físicas ni químicas en profundidad, lo que le confiere un buen drenaje y una adecuada velocidad de infiltración. La mayor parte del sistema radicular del viñedo se sitúa en los 60 cm más superficiales.

Tabla 1. Características físicas de los horizontes presentes en el perfil del suelo del viñedo experimental.

Profundidad (cm)	Elementos gruesos (%)	Textura U.S.D.A.			Clase textural
		Arena	Limo	Arcilla	
0-20	70,7	45,3	19,4	35,3	AcAr
20-45	68,8	47,4	19,5	33,1	FrAcAr
45-100	74,8	61,4	9,5	29,1	FrAcAr

El período de estudio corresponde a la campaña 2016. Los datos termopluviométricos fueron recogidos en la estación meteorológica situada en la propia finca experimental (tabla 2).

Tabla 2. Temperatura media, Tm (°C), y precipitación, P (mm), de la campaña 2016 (octubre 2015 – septiembre 2016), registrados en la estación meteorológica de la finca experimental, en Valladolid.

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Año
Tm 2016	12,8	8,3	5,3	6,2	5,8	6,1	9,1	13,1	19,1	23,0	22,4	18,6	12,5
P 2016	54,2	46,8	18,4	116,0	38,8	32,2	99,4	47,4	1,9	5,4	0,2	13,0	474

Se han determinado como parámetros productivos, el rendimiento (kg/cepa), el número de racimos por cepa, el peso de racimo (g) y el peso de baya (g). Como parámetros de desarrollo vegetativo se han determinado el peso de madera de poda (kg/cepa), el número de sarmientos y el peso de sarmiento (g), así como el índice de Ravaz. Por último, como parámetros de calidad de la uva se han determinado la concentración de azúcares (°Brix), el pH, la acidez total (g TH₂/L), el ácido tartárico (g/L), el ácido málico (g/L), la concentración de potasio (mg/L) y el índice de polifenoles totales. El análisis estadístico de los datos se ha realizado a través de análisis de varianza (ANOVA), con el correspondiente test de separación de medias de Duncan, mediante el programa STATISTICA 7.0.

3. Resultados

3.1. RUFETE

• Producción de uva

La producción de uva fue significativamente superior en el clon CL-115, con un valor próximo a 1,70 kg/ cepa, que en el clon CL-100, con un valor de 1,46 kg/ cepa, lo que supuso una reducción de éste del 14%, quedando el clon CL-91 en una situación intermedia (tabla 3).

El número de racimos por cepa mostró diferencias significativas favorables a los clones CL-91 y CL-115, con respecto al CL-100, que contribuyeron notablemente al incremento productivo de los primeros. La reducción media del número de racimos en CL-100 fue del 18%.

El peso del racimo presentó diferencias significativas favorables al clon CL-100 con respecto al CL-91, mostrando así una tendencia contraria a la observada en cuanto al número de racimos, de forma que el CL-115 alcanzó el mayor rendimiento gracias a su número elevado de racimos y al peso intermedio de sus racimos. El aumento del peso de racimo del clon CL-100, con casi 70 g, fue del 28% con respecto al clon CL-91, con casi 55 g. Las diferencias en el peso del racimo, favorables al clon CL-100, se debieron tanto al peso de baya como al número de bayas del racimo, según el clon comparado, pues dicho peso de baya fue algo inferior en el CL-115 que en los otros dos clones. La fertilidad, expresada como número de racimos por sarmiento, mostró la diferencia desfavorable al clon CL-100 con respecto a los otros dos clones, que perjudicó la respuesta productiva de dicho clon, a pesar de su mayor peso de racimo.

Tabla 3. Producción de uva (kg/cepa), rendimiento (t/ha), número de racimos por cepa, peso de racimo (g) y peso de baya (g), de los clones de Rufete en 2016. Nivel de significación estadística (Sig.): ns, no significativa; *, p<0,05.

Clon	Producción (kg/cepa)	Rendimiento (t/ha)	Nº racimos por cepa	Peso de racimo (g)	Peso de baya (g)	Fertilidad
CL-115	1,705 a	4,51 a	27,9 a	60,3 ab	1,79	1,83 a
CL-100	1,458 b	3,86 b	22,9 b	69,7 a	2,11	1,53 b
CL-91	1,580 ab	4,18 ab	28,3 a	54,6 b	2,14	1,83 a
Sig.	*	*	*	*	ns	*

• Desarrollo vegetativo

El peso de madera de poda mostró diferencias estadísticamente significativas entre clones, de manera que los clones CL-115 y CL-100 resultaron más vigorosos que el clon CL-91, con un incremento medio de peso del 18% (tabla 4). El número de sarmientos totales apenas mostró un valor ligeramente superior en el clon CL-91 que en el CL-100, variando entre 15,0 y 15,5 sarmientos, sin resultar una diferencia significativa. Sin embargo, el peso del sarmiento mostró una tendencia semejante al peso de madera de poda, con valores más altos de los clones CL-100, con casi 96 g, y CL-115, con 93 g, que del clon CL-91, con 77 g, lo que supuso incrementos del 24% y del 21% respectivamente. Por tanto, las diferencias de peso de madera de poda entre clones se debieron a las variaciones significativas en el peso del sarmiento.

El índice de Ravaz mostró diferencias estadísticamente significativas entre clones, a favor del CL-91 y en detrimento del CL-100, como consecuencia fundamentalmente del menor desarrollo vegetativo del primero (tabla 4).

Tabla 4. Peso de madera de poda por cepa (kg/cepa), número de sarmientos totales por cepa, peso del sarmiento (g) e índice de Ravaz, de los clones de Rufete en 2016. Nivel de significación estadística (Sig.): ns, no significativa; *, p<0,05.

Clon	Madera poda (kg/cepa)	Sarmientos totales	Peso de Sarmiento (g)	Índice de Ravaz
CL-115	1,440 a	15,2	93,0 a	1,184 ab
CL-100	1,414 a	15,0	95,6 a	1,031 b
CL-91	1,208 b	15,5	77,0 b	1,308 a
Sig.	*	ns	*	*

• Composición de la uva

Los parámetros indicadores de calidad de la uva mostraron ciertas diferencias significativas en el comportamiento de los clones estudiados (tabla 5). La concentración de azúcares fue superior en los clones CL-100, sobre todo, y CL-115 que en el CL-91. El pH y la concentración de potasio mostraron diferencias significativas favorables al clon CL-100. Ambas tendencias podrían relacionarse con un proceso de maduración tecnológica más intenso de dicho clon, asociado a su menor nivel productivo.

Tabla 5. Concentración de azúcares (°brix), pH, acidez total (g TH₂/L), concentración de ácido tartárico (g/L), ácido málico (g/L) y potasio (mg/L) e índice de polifenoles totales (IPT), de los clones de Rufete en 2016. Nivel de significación estadística (Sig.): ns, no significativa; *, p<0,05.

Clon	Azúcares (°Brix)	pH	Acidez total (TH ₂ g/L)	Ácido tartárico (g/L)	Ácido málico (g/L)	Potasio (mg/L)	IPT
CL-115	22,8 a	3,71 b	4,56 a	6,24 a	1,90 b	2260 b	20 b
CL-100	23,1 a	3,88 a	4,57 a	5,89 ab	2,21 a	2380 a	24 a
CL-91	21,7 b	3,71 b	4,31 b	5,61 b	1,64 c	2220 b	24 a
Sig.	*	*	*	*	*	*	*

La acidez total mostró un nivel menor en el clon CL-91, que fue el de menor desarrollo vegetativo. El ácido tartárico mostró diferencias favorables al clon CL-115 con respecto al CL-91, situándose el CL-100 en posición intermedia. El ácido málico mostró diferencias significativas entre clones, siguiendo el orden decreciente: CL-100, CL-115, CL-91. El índice de polifenoles totales presentó diferencias significativas desfavorables al clon CL-115 frente a los clones CL-

100 y CL-91. En resumen, el clon CL-100 mostró cierta capacidad de intensificación de la maduración tecnológica, mientras que el clon CL-91 presentó un comportamiento menos favorable en términos de acidez total y de madurez de la uva, probablemente en relación con un nivel productivo moderado y un desarrollo vegetativo escaso con respecto a los otros dos clones.

3.2. PRIETO PICUDO OVAL

• Producción de uva

La producción de uva fue significativamente inferior en el clon CL-114, con un valor medio de 1,38 kg/cepa, que en los clones CL-1 y CL-116, con valores de 2,18 y 1,98 kg/cepa respectivamente, lo que supuso una reducción de 30% y 36% respectivamente (tabla 6).

El número de racimos por cepa mostró diferencias significativas favorables al clon CL-1 con respecto a los otros clones, sobre todo al CL-114, lo que originó un valor medio de los clones CL-1, CL-116 y CL-114 de 15,8, 12,0 y 12,9 racimos por cepa, respectivamente. El nivel productivo del clon CL-1 se debió en gran parte al incremento del número de racimos, que fue del 32% con respecto al clon CL-114. Lógicamente, la fertilidad, expresada en número de racimos por sarmiento, se mostró significativamente favorable al clon CL-1 con respecto a los otros dos clones.

El peso del racimo presentó diferencias significativas entre los tres clones, destacando el valor más alto del clon CL-116, con 153 g, y el más bajo del clon CL-114, con 115 g, mientras el CL-1 se mantuvo en posición intermedia, con 135 g. El incremento del primero con respecto al último fue del 34%. Las diferencias en el peso de racimo no se debieron a ninguna variación en el peso de baya, pues los valores de éste estuvieron entre 1,18 y 1,20 g, sino que tuvieron que ser ocasionadas por la variación significativa en el número de bayas del racimo entre clones.

Tabla 6. Producción de uva (kg/cepa), rendimiento (t/ha), número de racimos por cepa, peso de racimo (g) y peso de baya (g), de los clones de Prieto Picudo Oval en 2016. Nivel de significación estadística (Sig.): ns, no significativa; *, p<0,05.

Clon	Producción (kg/cepa)	Rendimiento (t/ha)	Nº racimos por cepa	Peso de racimo (g)	Peso de baya (g)	Fertilidad
CL-116	1,985 a	5,25 a	12,9 b	153,2 a	1,19	0,76 b
CL-114	1,384 b	3,66 b	12,0 b	114,6 c	1,20	0,75 b
CL-1	2,176 a	5,76 a	15,8 a	135,0 b	1,18	1,01 a
Sig.	*	*	*	*	ns	*

• Desarrollo vegetativo

El peso de madera de poda mostró diferencias estadísticamente significativas entre clones, de manera que el clon CL-116 resultó más vigoroso que el clon CL-114, y éste a su vez algo más vigoroso que el clon CL-1, con incrementos respectivos del CL-116 de 19% y de 26% frente a los clones CL-114 y CL-1 (tabla 7). El número de sarmientos totales no mostró diferencias significativas entre clones, aunque el CL-116 presentó un valor superior que los otros dos clones, de 16,9, frente a 15,9 y 15,6 de los clones CL-114 y CL-1. Sin embargo, el peso del sarmiento mostró una tendencia totalmente similar al peso de madera de poda, con un valor significativamente más alto, 91 g, del clon CL-116, que los valores de los clones CL-114 y CL-1, 78 y 75 g respectivamente, lo que supuso incrementos de 17% y de 22% del primer clon

respectivamente frente a los otros dos clones. Por tanto, las diferencias en madera de poda entre clones se debieron principalmente a la variación significativa en el peso del sarmiento.

El índice de Ravaz mostró diferencias estadísticamente significativas entre clones, favorables al clon CL-1 con respecto a los otros dos clones, como consecuencia fundamentalmente de su menor desarrollo vegetativo. Asimismo, el clon CL-116 mostró cierta diferencia favorable con respecto al clon CL-114, debidas en mayor cuantía al bajo nivel productivo que al moderado desarrollo vegetativo del clon CL-114.

Tabla 7. Peso de madera de poda por cepa (kg/cepa), número de sarmientos totales por cepa, peso del sarmiento (g) e índice de Ravaz, de los clones de Prieto Picudo Oval en 2016. Nivel de significación estadística (Sig.): ns, no significativa; *, p<0,05.

Clon	Madera poda (kg/cepa)	Sarmientos totales	Peso de Sarmiento (g)	Índice de Ravaz
CL-116	1,466 a	16,9	90,9 a	1,35 b
CL-114	1,228 b	15,9	77,5 a	1,13 b
CL-1	1,161 b	15,6	74,6 b	1,87 a
Sig.	*	ns	*	*

• Composición de la uva

Los parámetros básicos, indicadores de calidad de la uva, mostraron algunas diferencias en el comportamiento de los clones estudiados, aunque no todas resultaron estadísticamente significativas (tabla 8). La concentración de azúcares mostró un valor superior del clon CL-1, con 25,2 °brix, y un valor inferior del clon CL-114, con 23,6 °brix, situándose el clon CL-116 en posición intermedia, con 24,6 °brix, y resultando las diferencias estadísticamente significativas entre el CL-1 y el CL-114. El pH del mosto no mostró diferencias notables entre clones, aunque un valor ligeramente inferior del clon CL-1. Tampoco la acidez total mostró grandes diferencias entre clones, aunque el CL-1 presentó un valor significativamente menor que los otros clones.

El ácido tartárico mostró diferencias significativas entre clones, desfavorables al clon CL-1. El ácido málico fue significativamente mayor en el CL-114, registrándose el menor valor en el CL-1, el clon de menor desarrollo vegetativo. La concentración de potasio mostró diferencias significativas desfavorables al clon CL-1 con respecto a los otros clones, ambos de mayor desarrollo vegetativo que dicho clon. El índice de polifenoles totales presentó un valor ligeramente mayor en el clon CL-114 que en los otros clones, sin que la diferencia resultase estadísticamente significativa.

Tabla 8. Concentración de azúcares (°brix), pH, acidez total (g TH₂/L), concentración de ácido tartárico (g/L), ácido málico (g/L) y potasio (mg/L) e índice de polifenoles totales (IPT), de los clones de Prieto Picudo Oval en 2016. Nivel de significación estadística (Sig.): ns, no significativa; *, p<0,05.

Clon	Azúcares (°Brix)	pH	Acidez total (TH ₂ g/L)	Ácido tartárico (g/L)	Ácido málico (g/L)	Potasio (mg/L)	IPT
CL-116	24,6 ab	3,63	5,04 a	4,54 a	2,52 b	1400 a	16
CL-114	23,6 b	3,55	4,93 a	4,64 a	3,46 a	1480 a	20
CL-1	25,2 a	3,39	4,50 b	4,22 b	2,26 b	1140 b	15
Sig.	*	ns	*	*	*	*	ns

4. Conclusiones

En la variedad **Rufete**, el clon CL-115 fue más productivo que el CL-100, con un aumento del 17%, situándose el CL-91 en una posición intermedia. La menor producción del CL-100 se debió al número inferior de racimos por cepa, a pesar de presentar el mayor peso de racimo de los tres clones. La mayor producción del CL-115 se debió al número de racimos con respecto al CL-100 y al peso de racimo con respecto al CL-91. El peso de baya, aun siendo algo inferior en el clon CL-115, no mostró diferencias significativas entre clones.

El peso de madera de poda mostró claras diferencias entre clones, resultando los clones CL-115 y CL-100 más vigorosos que el CL-91, con un incremento medio de peso del 18%. La variación del peso del sarmiento fue la causa principal de las diferencias en la madera de poda, con incrementos de 21% y 24% en CL-115 y CL-100 respectivamente. El índice de Ravaz mostró diferencias estadísticamente significativas favorables al clon CL-91 y desfavorables al CL-100, como consecuencia fundamentalmente del mayor desarrollo vegetativo de éste.

El clon CL-100, sobre todo, y el CL-115 mostraron mayor concentración de azúcares que el CL-91. El pH y el potasio mostraron diferencias significativas favorables al CL-100, lo que podría relacionarse con un proceso de maduración tecnológica más intenso, asociado a su menor nivel productivo. La acidez total mostró un nivel inferior en el clon CL-91, el de menor desarrollo vegetativo, por lo que dicho clon presentó un comportamiento menos favorable en términos de acidez y madurez de la uva, probablemente en relación con un nivel productivo moderado y un desarrollo vegetativo más escaso que los otros dos clones.

En la variedad **Prieto Picudo Oval**, el clon CL-114 fue menos productivo, con 1,38 kg/cepa y una reducción de 30% y 36% con respecto a CL-116 y CL-1 respectivamente. Las diferencias favorables al clon CL-1 se debieron mayormente al número de racimos por cepa, con un aumento del 32%, mientras que las favorables al CL-116 se debieron al peso del racimo, con un aumento del 34%, con respecto al CL-114. La variación del peso de racimo, que fue significativamente decreciente entre los tres clones, CL-116, CL-1 y CL-114, se debió al número de bayas del racimo, pues el peso de baya no mostró diferencias entre clones.

El peso de madera de poda mostró diferencias significativas entre clones, resultando el clon CL-116 más vigoroso que el CL-114, y este a su vez algo más vigoroso que el CL-1, con incrementos de aquel respecto a estos de 19% y 26%. La variación del peso del sarmiento fue la causa principal de las diferencias en madera de poda, con incrementos del clon CL-116 respecto a los clones CL-114 y CL-1 de 17% y 22% respectivamente. El índice de Ravaz fue superior en el clon CL-1, como consecuencia de su menor desarrollo vegetativo, que en los otros clones.

El clon CL-1 mostró mayor concentración de azúcares que el CL-114, situándose el CL-116 en una posición intermedia. El pH no mostró diferencias significativas entre clones, pero la acidez total, el ácido tartárico, el ácido málico y el potasio presentaron menor valor en el clon CL-1, el de menor desarrollo vegetativo. El índice de polifenoles totales presentó un valor ligeramente mayor en el clon CL-114, sin que la diferencia resultase estadísticamente significativa con respecto a los otros dos clones.

En definitiva, atendiendo a las diferencias observadas entre clones, tanto en el comportamiento productivo y vegetativo como en el relativo a la calidad de la uva, existe la posibilidad de conjugar las mismas, en la elección de clones, con los objetivos productivos y cualitativos específicos de cualquier posible plantación nueva de viñedo.

5. Bibliografía

1. ARRANZ C., DE LA TORRE S., RUBIO J.A., YUSTE J. 2007. **Variabilidad genotípica, fenotípica y cualitativa de la variedad tinta Prieto Picudo**. Vida Rural 242: 54–57.
2. ARRANZ C., RUBIO J.A., YUSTE J. 2008. **Selección de la variedad Rufete en viñedos de la zona montañosa de Sierra de Salamanca**. Vida Rural 270: 46-51.
3. BOHM J. 2007. **O grande livro das castas**. Chaves Ferreira publicações, Lisboa, 229 pp.
4. CHOMÉ, C., SOTÉS, V., BENAYAS F., CAYUELA M., HERNÁNDEZ M., CABELLO F., ORTIZ J., RODRÍGUEZ-TORRES I., CHAVES J. 2003. **Variedades de vid. Registro de variedades comerciales**. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica, Madrid, 303 pp.
5. GARCÍA S., MARTÍN A., YUSTE J., ARRANZ C., RUBIO J.A. 2005. **Caracterización ampelográfica de la variedad tinta de vid Rufete (*Vitis vinifera* L.) en viñedos de la Sierra de Francia (Salamanca)**. Actas del VI Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Oporto (Portugal), 183 pp.
6. HUETZ A. 2001. **Vinos y viñedos de Castilla y León**. Colección Mundo Rural. Consejería de Agricultura y Ganadería. Junta de Castilla y León. Valladolid (España). 373 pp.
7. PEREIRA L., CARBONELL-BEJERANO P., TORRES-PÉREZ R., ROYO C., YUSTE J., MARTÍNEZ-ZAPATER J.M. 2014. **Análisis fenotípico y molecular de la variante de fruto oval en la variedad de vid Prieto Picudo**. I Jornadas de Viticultura y Enología de la SECH, Logroño.
8. RUBIO J.A., YUSTE J., YUSTE J.R., ALBURQUERQUE M.V., ARRANZ C., BARAJAS E. 2009. **Clones certificados de las principales variedades tradicionales de vid en Castilla y León**. Ed.: ITACYL, Valladolid, 315 pp.
9. SCHULTZ H.R. 2000. **Climatic change and viticulture: a European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects**. Australian Journal of Grape and Wine Research 6: 2-12.
10. SEGUIN B. 2007. **Perspectives d'évolution du climat pour les principaux vignobles**. Le Progrès Agricole et Viticole 124 (17): 481-486.
11. YUSTE J., ALBURQUERQUE M^a.V., GARCÍA S., MARTÍN A. 2010. **Caracterización productiva y cualitativa de la variedad tinta Rufete en la Sierra de Francia (Salamanca)**. Enoviticultura 3: 4-7.
12. YUSTE J. ARRANZ C., ALBURQUERQUE M^a.V., RUBIO J.A. 2006. **Variedades autóctonas de vid en Castilla y León: clones certificados a disposición de la viticultura**. La Semana Vitivinícola 3123: 1942-1947.
13. YUSTE J., PELÁEZ H., RUBIO J.A., ROBREDO L.M. 1998. **Selección clonal y sanitaria de la vid en Castilla y León**. Agricultura 792: 548–552.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al soporte económico de la Junta de Castilla y León y de fondos FEDER, la ayuda financiera parcial del INIA, y la colaboración de los compañeros de la Estación Enológica y del Grupo de Viticultura del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

Evaluación de agentes de control biológico (ACB) contra el Pie negro y la enfermedad de Petri en condiciones de campo

M.P. Martínez-Diz¹, M. Andrés-Sodupe², R. Bujanda², E. Díaz-Losada¹, M.M. Maldonado-González², S. Ojeda² y D. Gramaje².

¹Estación de Viticultura e Enología de Galicia - INGACAL. Ponte San Clodio s/n, 32427, Leiro, Ourense. E-mail: pilar.martinez.diz@xunta.gal

²Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV), Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad de la Rioja, Gobierno de La Rioja, Ctra. LO-20 Salida 13, 26071 Logroño.

Resumen

Existe muy poca información acerca de la efectividad de agentes de control biológico (ACB) para combatir las enfermedades fúngicas de la madera de la vid (EMV) en condiciones de campo. En este trabajo, se evaluó el efecto de cinco ACB sobre la infección por hongos asociados a las EMV en planta joven: Pie negro y enfermedad de Petri. En abril de 2017, se establecieron dos ensayos de campo con plantas injertadas de un año tratadas por termoterapia con agua caliente (53°C, 30 min), e inmediatamente inoculadas con suspensiones de ACB en la raíz. En mayo de 2017 y 2018, se realizaron dos aplicaciones adicionales de ACB mediante riego por goteo. En febrero de 2018, se analizaron la mitad de las vides de cada campo, y en febrero de 2019, la mitad restante. Se evaluó la incidencia y severidad de hongos asociados a las EMV, en las raíces y en la base del portainjerto. La efectividad de los ACB dependió de los hongos asociados a cada una de las enfermedades estudiadas (Pie negro y enfermedad de Petri) y de la zona analizada.

1. Introducción

El Pie negro y la enfermedad de Petri, se encuentran actualmente entre las enfermedades fúngicas de la madera de la vid (EMV) de mayor incidencia en material de propagación de vid y viñedos jóvenes en España (García-Jiménez et al., 2010), causando una elevada mortalidad de plantas durante los primeros años tras la plantación y graves pérdidas económicas.

El Pie negro afecta principalmente al sistema radicular y a la base del portainjerto de las vides, provocando lesiones necróticas en raíces, lo que resulta en una reducción de la biomasa radicular (Alaniz et al. 2007; Halleen et al. 2006). Los síntomas externos causados por esta enfermedad incluyen una brotación tardía, reducción en el crecimiento de brotes, desarrollo vegetativo débil y ocasionalmente síntomas en hoja (clorosis internerviales, necrosis y marchitamiento) (Gramaje y Armengol, 2011). Se han citado hasta 24 especies fúngicas asociadas a esta enfermedad pertenecientes a los géneros *Campylocarpon*, *Cylindrocladiella*, *Dactylonectria*, *Ilyonectria*, *Neonectria* y *Thelonectria* (Agustí-Brisach y Armengol, 2013; Carlucci et al., 2017; Lombard et al., 2014), siendo la especie *D. torresensis* el hongo más frecuente en España (Berlanas et al., 2017).

La enfermedad de Petri está asociada con la especie fúngica *Phaeomoniella chlamydospora*, 29 especies del género *Phaeoacremonium*, *Pleurostoma richardsiae* y 6 especies de *Cadophora* (Araújo da Silva et al., 2017; Gramaje y Armengol, 2011; Gramaje et al., 2015; Halleen et al., 2007; Travadon et al., 2015), siendo las más prevalentes *Cadophora luteo-*

olivacea, *Phaeoacremonium minimum* y *Pa. chlamydospora*. Los síntomas en campo de la enfermedad de Petri son prácticamente indistinguibles de los del Pie negro. Esta suele comenzar afectando a la parte basal del patrón, colonizando y necrosando el xilema de la planta. Las vides afectadas por esta enfermedad muestran una coloración negra típica de los vasos xilemáticos, debido a la acción de tilosas, gomas y compuestos fenólicos formados en el interior de los vasos por el huésped, en respuesta al crecimiento del hongo sobre y alrededor de los mismos (Mugnai et al, 1999).

Las especies fúngicas asociadas a estas enfermedades se caracterizan por ser habitantes comunes del suelo y, por lo tanto, el inóculo puede que ya exista antes de la plantación (Agustí-Brisach et al., 2013; Agustí-Brisach y Armengol, 2013; Berlanas et al., 2017). Hasta el momento, no existen métodos curativos (fungicidas o agentes de control biológico) que consigan erradicar la infección provocada por los hongos asociados a las EMV (Gramaje et al. 2018). Su control se basa en seguir una estrategia integrada que combine métodos físicos (termoterapia con agua caliente), biológicos y unas prácticas culturales adecuadas.

El interés en el uso de agentes de control biológico (ACB) para combatir las EMV ha aumentado en los últimos años debido principalmente a la retirada de numerosas materias activas fungicidas. En campo, esta opción ha sido poco estudiada hasta el momento y los resultados obtenidos no han sido consistentes, observándose diferencias de eficacia dependiendo de la naturaleza de los ACB, del patógeno diana e incluso de las variedades de vid objeto de estudio. Sin embargo, en vivero y en condiciones controladas en invernadero, estudios recientes han demostrado el potencial de estos tratamientos contra las EMV. En Italia, la aplicación del hongo *Trichoderma atroviride* SC1 durante la fase de hidratación en vivero resultó en una reducción de la infección por hongos asociados a la enfermedad de Petri (Pertot et al., 2016). En Francia, Yacoub et al. (2016) demostraron que el oomiceto *Pythium oligandrum* fue capaz de colonizar el sistema radicular de la vid y reducir la necrosis vascular causada por *Phaeomoniella chlamydospora* en condiciones controladas. Daraignes et al. (2018) observaron también que *P. oligandrum* redujo la longitud de las lesiones causadas por *Neofusicoccum parvum* y *P. chlamydospora*, en estaquillas injertadas del cultivar 'Cabernet Sauvignon' sobre los portainjertos 101-14 y SO4, en condiciones controladas en invernadero. Además, se estudió la actividad antagonista de diversas bacterias aisladas de la madera de la vid y del hollejo de la uva frente a las especies *N. parvum* (Haidar et al., 2016a) y *P. chlamydospora* (Haidar et al., 2016b), observando que algunas cepas de los géneros *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Enterobacter*, *Pantoea* y *Paenibacillus* redujeron significativamente la longitud de las lesiones causadas por estos hongos en material de propagación. En Brasil, se evaluó *in vitro* e *in vivo* la actividad de seis agentes de control biológico basados en *Trichoderma* spp. y *Bacillus subtilis* frente a *Dactylonectria macrodidyma*, demostrando su potencial como ACB (Santos et al., 2016). Además, inoculaciones radiculares con el hongo micorrízico *Rhizophagus irregularis* (syn. *Glomus intraradices*) bajo condiciones controladas, redujeron la severidad de patógenos asociados a Pie negro (Petit y Gubler, 2006). También la aplicación radicular en plantas injertadas de actinobacterias, seleccionadas *in vitro* por sus propiedades antifúngicas frente a hongos asociados a Pie negro, resultó en una reducción significativa de la infección fúngica en campos de vivero (Álvarez-Pérez et al., 2017).

Por todo lo mencionado anteriormente, el principal objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad de varios agentes de control biológico (ACB) para reducir la incidencia de

patógenos fúngicos asociados al Pie negro y a la enfermedad de Petri en el material de propagación de vid listo para su comercialización.

2. Material y métodos

Parcela experimental y material vegetal

Para la realización de este estudio se establecieron dos ensayos de campo, en una finca en la que no se había realizado el cultivo de vid desde hacía 6 años, situada en el municipio de Larraga (Navarra). En cada campo de ensayo, se establecieron 960 plantas de un año del cultivar 'Tempranillo' injertadas sobre el portainjerto 110 Richter, haciendo un total de 1920 plantas.

Agentes de control biológico (ACB)

Se evaluó el efecto de cinco ACB (Tabla 1); dos microorganismos antagonistas, la bacteria *Streptomyces* sp. E1 + R4 y el oomiceto *Pythium oligandrum* Po37 y tres productos comerciales que contienen los siguientes microorganismos como materia activa: el hongo, *Trichoderma atroviride* SC1, el hongo, *T. koningii* y la mezcla de bacterias, *Pseudomonas fluorescens* + *Bacillus atrophaeus*.

Tabla 1. Agentes de control biológico (ACB) evaluados.

Tratamiento	Agente de control biológico (ACB)	Microorganismo	Dosis
T1	<i>Streptomyces</i> sp. E1 + R4	Bacteria	1,35 x 10 ⁹ ufc/ml
T2	<i>Trichoderma koningii</i>	Hongo	2,00 x 10 ⁹ ufc/ml
T3	<i>Trichoderma atroviride</i> SC1	Hongo	2,00 x 10 ⁹ ufc/ml
T4	<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Bacillus atrophaeus</i>	Bacterias	1,90 x 10 ⁹ ufc/ml
T5	<i>Pythium oligandrum</i> Po37	Oomiceto	1,28 x 10 ⁶ ufc/ml
C	Control	-	-

Diseño experimental

En abril de 2017, las plantas fueron tratadas por termoterapia con agua caliente a 53°C durante 30 min. Inmediatamente después fueron inoculadas durante 24 h, sumergiendo los sistemas radiculares en suspensiones de los distintos ACB a evaluar en el ensayo. Se trataron un total de 1920 plantas (40 plantas x 6 tratamientos x 4 repeticiones x 2 campos de ensayo), que fueron plantadas a la finalización de la inoculación. En mayo de 2017, un mes tras la plantación, se realizó una aplicación adicional mediante riego por goteo con suspensiones de los ACB, de 500 ml por planta. Esta se repitió de nuevo un año después, en mayo de 2018.

Evaluación de las plantas y reaislamientos

En febrero de 2018 (vides de 2 años), se procedió al levantamiento de la mitad de las plantas de cada uno de los campos, para proceder al análisis de estas en laboratorio. Se lavaron con agua, tanto la zona radicular como la base del portainjerto de las plantas, para eliminar restos de tierra y suciedad. Se esterilizaron en superficie mediante pasos sucesivos de un minuto de duración en hipoclorito sódico al 33,3% y agua estéril. Pequeñas porciones de raíz, así como, del interior del tejido xilemático de la base del portainjerto, fueron sembradas en placas con

medio de cultivo de extracto de agar malta (MEA) (Conda Laboratories) suplementado con 0,5 g/L de estreptomicina (MEAS) (Sigma-Aldrich Laboratories). Las placas se incubaron durante 10-15 días a 25°C en oscuridad y todas las colonias fueron subcultivadas a placas con medio de cultivo agar dextrosa patata (PDA) (Conda Laboratories) para la correcta identificación morfológica de los hongos aislados. Se calculó la incidencia (porcentaje de plantas infectadas) y la severidad (porcentaje de puntos aislados positivos) de los hongos asociados con Pie negro y la enfermedad de Petri. En febrero de 2019 (vides de 3 años), se levantó la mitad restante del ensayo y actualmente, se están analizando según lo descrito anteriormente. Además, también se está evaluando el peso de los brotes, así como de la masa radicular de las plantas.

3. Resultados

Los resultados que vamos a describir en este trabajo se corresponden con el primer año de ensayo (vides de 2 años), ya que los correspondientes al segundo año (vides de 3 años) están en proceso de evaluación. En la Fig. 1 y 2 se muestran los porcentajes de incidencia y severidad de hongos asociados a Pie Negro y enfermedad de Petri, respectivamente.

Pie negro

Todos los tratamientos con ACB fueron significativamente efectivos para reducir la incidencia en la base del portainjerto a hongos asociados a Pie negro, si bien solamente *Trichoderma atroviride* SC1 redujo significativamente la severidad en un 9% respecto al control (Fig. 1).

En lo que respecta al análisis del sistema radicular, los tratamientos con ACB no tuvieron efecto en la reducción de la incidencia ni de la severidad.

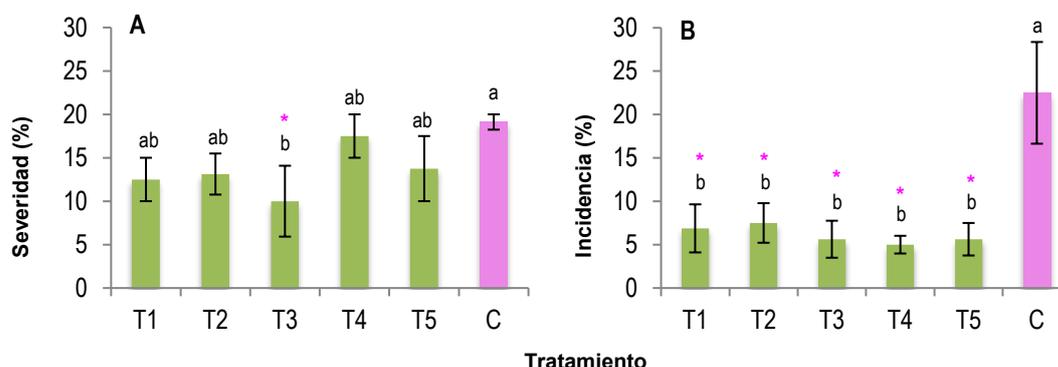


Fig. 1. Porcentaje de incidencia (A) y porcentaje de severidad (B) de hongos asociados a Pie negro en la base del portainjerto, en vides de 2 años. Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Las barras representan el error de la media ($n=160$). Los asteriscos indican los tratamientos significativamente diferentes al control.

Enfermedad de Petri

Los tratamientos con ACB no mostraron efectividad sobre la incidencia de los hongos asociados a la enfermedad de Petri en la base del portainjerto y solo *Trichoderma atroviride* SC1 redujo significativamente la severidad en un 17,5 % con respecto al control. Este efecto no ha sido observado en el análisis del sistema radicular. En este caso ha sido el tratamiento con *Pythium oligandrum* Po37, el que redujo de forma significativa la incidencia en el sistema radicular, con una disminución del 15,6% (Fig. 2).

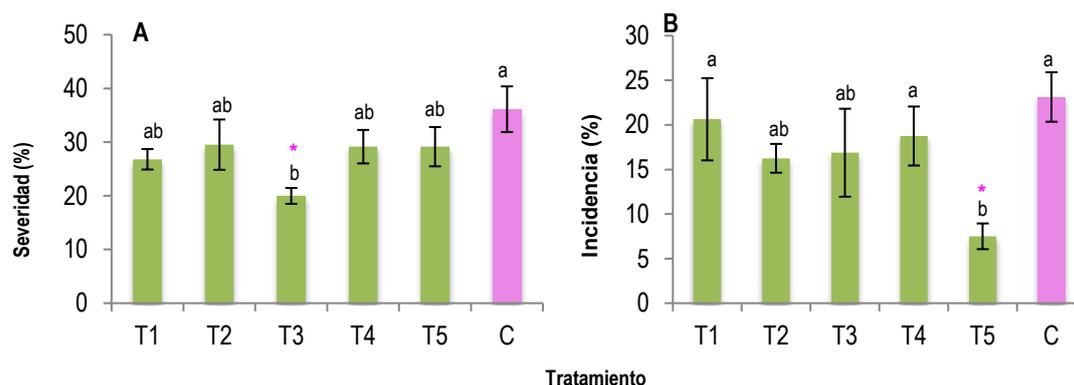


Fig. 2. (A) Porcentaje de severidad en la base del portainjerto y (B) porcentaje de incidencia en el sistema radicular, de hongos asociados a la enfermedad de Petri en vides de 2 años. Las medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes ($P<0.05$). Las barras representan el error de la media ($n=160$). Los asteriscos indican los tratamientos significativamente diferentes al control.

4. Conclusiones

Este estudio representa una primera aproximación en la evaluación de la efectividad de diferentes microorganismos antagonistas (bacterias, hongos y oomicetos) para el control del Pie negro y la enfermedad de Petri en condiciones de campo. *Pythium oligandrum* Po37 y *Trichoderma atroviride* SC1 fueron capaces de reducir significativamente la severidad y la incidencia de hongos asociados a las enfermedades evaluadas en escenarios específicos. La investigación de ACB para prevenir o al menos reducir el desarrollo de EMV, debe considerarse una prioridad en la investigación actual debido a la restricción y a las dificultades que enfrentan las materias activas químicas en la mayoría de los países del mundo.

5. Bibliografía

1. AGUSTÍ-BRISACH, C.; GRAMAJE, D.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. 2013. **Detection of black-foot and Petri disease pathogens in soils of grapevine nurseries and vineyards using bait plants.** Plant Soil 364 5-13
2. AGUSTÍ-BRISACH, C.; ARMENGOL, J. 2013. **Black-foot disease of grapevine: an update on taxonomy, epidemiology and management strategies.** Phytopathol. Mediterr. 52 245-261

3. ALANIZ, S.; LEÓN, M.; VICENT, A.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ABAD-CAMPOS, P.; ARMENGOL, J. 2007. **Characterization of *Cylindrocarpon* species associated with Black foot disease of grapevines in Spain.** *Plant Dis* 91 1187-1193
4. ÁLVAREZ-PÉREZ, J.M.; GONZÁLEZ-GARCÍA, S.; COBOS, R.; OLEGO, M.A.; IBAÑEZ, A.; DÍEZ-GALÁN, A.; GARZÓN-JIMENO, E.; COQUE, J.J.R. 2017. **Use of endophytic and rhizosphere actinobacteria from grapevine plants to reduce nursery fungal graft infections that lead to young grapevine decline.** *Appl Environ Microbiol* 83 e01564
5. ARAÚJO DA SILVA, M.; CORREIA, K.C.; BARBOSA, M.A.G.; CÂMARA, M.P.S.; GRAMAJE, D.; MICHEREFF, S.J. 2017. **Characterization of *Phaeoacremonium* isolates associated with Petri disease of table grape in Northeastern Brazil, with description of *Phaeoacremonium nordesticola* sp. nov.** *Eur. J. Plant Pathol.* 179 695-709
6. BERLANAS, C.; LÓPEZ-MANZANARES, B.; GRAMAJE, D. 2017. **Estimation of viable propagules of black-foot disease pathogens in grapevine cultivated soils and their relation to production systems and soil properties.** *Plant Soil* 417 467-479
7. CARLUCCI, A.; LOPS, F.; MOSTERT, L.; HALLEEN, F.; RAIMONDO, M.L. 2017. **Occurrence fungi causing black foot on young grapevines and nursery rootstock plants in Italy.** *Phytopathol. Mediterr.* 56 10-39
8. DARAINES, L.; GERBORE, J.; YACOUB, A.; DUBOIS, L.; ROMAND, C.; ZEKRI, O.; ROUDET, J.; CHAMBON, P.; FERMAUD, M. 2018. **Efficacy of *P. oligandrum* affected by its association with bacterial BCAs and rootstock effect in controlling grapevine trunk diseases.** *Biol Control* 119 59-67
9. GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; RAPOSO, R.; ARMENGOL, J. 2010. **Enfermedades fúngicas de la madera de la vid.** In: **Enfermedades de las plantas causadas por hongos y oomicetos – Naturaleza y control integrado.** PHYTOMA-España. ISBN: 978-84-935247-5-3
10. GRAMAJE, D.; ARMENGOL, J. 2011. **Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies.** *Plant Dis* 95 1040-1055
11. GRAMAJE, D.; MOSTERT, L.; GROENEWALD, J.Z.; CROUS, P.W. 2015. ***Phaeoacremonium*: from esca disease to phaeohyphomycosis.** *Fungal Biol.* 119 759-783
12. GRAMAJE, D.; ÚRBEZ-TORRES, J.R.; SOSNOWSKI, M.R. 2018. **Managing grapevine trunk diseases with respect to etiology and epidemiology: current strategies and future prospects.** *Plant Dis* 102 12-39
13. HAIDAR, R.; DESCHAMPS, A.; ROUDET, J.; CALVO-GARRIDO, C.; BRUEZ, E.; REY, P.; FERMAUD, M. 2016a. **Multi-organ screening of efficient bacterial control agents against two major pathogens of grapevine.** *Biol. Control* 92 55-65
14. HAIDAR, R.; ROUDET, J.; BONNARD, O.; DUFOUR, M.C.; CORIO-COSTET, M.F.; FERT, M.; GAUTIER, T.; DESCHAMPS, A.; FERMAUD, M. 2016b. **Screening and modes of action of antagonistic bacteria to control the fungal pathogen *Phaeomoniella chlamydospora* involved in grapevine trunk diseases.** *Microbiol. Res.* 192:172-184.
15. HALLEN, F.; FOURIE, P.H.; CROUS, P.W. 2006. **A review of black foot disease of grapevine.** *Phytopathol. Mediterr.* 45 S55–S67
16. HALLEEN, F.; MOSTERT, L.; CROUS, P.W. 2007. **Pathogenicity testing of lesser-known vascular fungi of grapevines.** *Australas. Plant Pathol.* 36 277-285

17. LOMBARD, L.; VAN DER MERWE, N.A.; GROENEWALD, J.Z.; CROUS, P.W. 2014. **Lineages in Nectriaceae: re-evaluating the generic status of Ilyonectria and allied genera.** *Phytopathol. Mediterr.* 53 515-532
18. MUGNAI, L.; GRANITI, A.; SURICO, G. 1999. **Esca (black measles) and brown wood-streaking: Two old and elusive diseases of grapevines.** *Plant Dis* 83 404-416
19. dos SANTOS, R.F.; HECKLER, L.I.; LAZAROTTO, M.; DA RESSURREIÇÃO GARRIDO, L.; REGO, C.; BLUME, E. 2016. ***Trichoderma spp* and *Bacillus subtilis* for control of *Dactylonectria macrodidyma* in grapevine.** *Phytopathol. Mediterr.* 55 293-300
20. PETIT, E.; GUBLER, W.D. 2006. **Influence of *Glomus intraradices* on black foot disease caused by *Cylindrocarpon macrodidymum* on *Vitis rupestris* under controlled conditions.** *Plant Dis* 90 1481-1484
21. PERTOT, I.; PRODORUTTI, D.; COLOMBINI, A.; PASINI, L. 2016. ***Trichoderma atroviride* SC1 prevents *Phaeomoniella chlamydospora* and *Phaeoacremonium aleophilum* infection of grapevine plants during the grafting process in nurseries.** *BioControl* 61 257-267
22. TRAVADON, R.; LAWRENCE, D.P.; ROONEY-LATHAM, S.; GUBLER, W.D.; WILCOX, W.F.; ROLSHAUSEN, P.E.; BAUMGARTNER, K. 2015. ***Cadophora* species associated with wood-decay of grapevine in North America.** *Fungal Biol.* 119 53-66
23. YACoub, A.; GERBORE, J.; MAGNIN, N.; CHAMBON, P.; DUFOUR, M.C.; CORIO-COSTET, M.F.; GUYONEAUD, R.; REY, P. 2016. **Ability of *Pythium oligandrum* strains to protect *Vitis vinifera* L., by inducing plant resistance against *Phaeomoniella chlamydospora*, a pathogen involved in Esca, a grapevine trunk disease.** *Biol. Control* 92:7-16.

6. Agradecimientos

María del Pilar Martínez Diz agradece al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), la concesión del contrato predoctoral FPI-INIA del que actualmente es beneficiaria.

Evaluación de infecciones naturales por hongos de la madera en viñedos de La Rioja, Navarra y Galicia

M. Andrés-Sodupe¹, M.P. Martínez-Diz², R. Bujanda¹, M. M. Maldonado-González¹, A. Díaz-Fernández², E. Díaz-Losada², S. Ojeda¹, D. Gramaje¹

¹Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV), Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad de La Rioja - Gobierno de La Rioja, Ctra. de Burgos Km. 6, 26007 Logroño, Spain.

²Estación de Viticultura y Enología de Galicia (AGACAL-EVEGA), Ponte San Clodio s/n 32428-Leiro-Ourense, Spain.

Resumen

Los cortes de poda constituyen la vía principal de entrada de los hongos causantes de enfermedades de la madera de la vid (EMV) en las plantas adultas. El objetivo de este trabajo consistió en determinar los porcentajes de infección patógena que se dan de forma natural en el período posterior a las tareas de poda. Para ello, se tomaron muestras de sarmientos podados en un viñedo en La Rioja, un viñedo en Navarra y 6 viñedos en Galicia en dos épocas distintas: en febrero, tres meses después de la prepoda realizada en Noviembre, y en Mayo, después de un período de igual duración posterior a la poda de Febrero. En el laboratorio, se realizaron aislamientos fúngicos por métodos tradicionales (La Rioja y Navarra) o extracción de ADN y secuenciación masiva (Galicia), y se identificaron las especies asociadas a las EMV. En La Rioja y Navarra no se observaron diferencias en la incidencia de hongos de la madera en las dos épocas de estudio. En cambio, en Galicia, se observó un claro componente estacional en la detección de hongos de la madera, con aislamientos más frecuentes en primavera (después de la poda) que en invierno (después de la prepoda). Los resultados obtenidos sugieren que, desde el punto de vista fitopatológico, sería aconsejable adelantar la poda en Galicia en lo posible.

1. Introducción

Las enfermedades fúngicas de la madera de la vid (EMV) provocan actualmente pérdidas económicas muy importantes para la industria vitivinícola. Numerosos grupos de investigación estudian desde distintos puntos de vista el patosistema de las EMV y, entre ellos, el desarrollo de estrategias para su control (Maldonado et al. 2018).

El control de las EMV no es sencillo debido a: 1) un elevado número de hongos patógenos asociados a las diferentes enfermedades. Actualmente, existen 130 especies fúngicas asociadas a las EMV en el mundo, de las cuales más del 50% han mostrado ser patogénicas mediante ensayos *ad hoc*; 2) la biología y epidemiología de estos patógenos es compleja, algunos hongos habitan comúnmente el suelo (enfermedad de Petri, Pie negro) mientras que otros se dispersan por esporas a través del viento y del agua de lluvia (enfermedad de Petri, yesca, decaimiento por *Botryosphaeria*, eutipiosis) y 3) la falta de materias activas autorizadas y eficaces para su aplicación en viveros y para proteger las heridas de poda.

En la actualidad, está ampliamente aceptado que la propagación de estas enfermedades en viñedos adultos es debida principalmente a la infección de las heridas de poda por parte de los patógenos (Rolshausen et al. 2010, van Niekerk et al. 2011). Las esporas fúngicas se diseminan a través del viento y de la lluvia, entrando en contacto con la planta y colonizando los vasos de la madera expuestos al ambiente (Eskalen et al., 2007; Úrbez-Torres y Gubler, 2008).

El momento de mayor riesgo de infección para las vides es por tanto durante la época de poda, debido al elevado número de heridas que se producen a la vez en una sola cepa (Rolshausen et al. 2010). Estas heridas permanecen vulnerables a la infección a lo largo de varios meses (Eskalen et al., 2007; Úrbez-Torres y Gubler, 2008) y una vez que los patógenos colonizan el sistema vascular de la planta, no existen, por el momento, medidas de control curativas efectivas que consigan erradicar la infección. Además, cada cepa puede ser infectada varias veces con uno o más hongos causantes de las EMV (Gramaje et al. 2018), siendo muy común el aislamiento de varios patógenos en una misma cepa.

Las principales EMV en planta adulta son la eutipiosis, la yesca y el decaimiento por *Botryosphaeria* (Legorburu et al, 2014). La eutipiosis, causada por el ascomiceto *Eutypa lata* y otros 23 hongos diatrypáceos (Luque et al. 2012), se caracteriza por causar necrosis sectoriales de color marrón oscuro y de consistencia dura en las secciones transversales de la madera (Maldonado et al, 2018). Las plantas afectadas desarrollan brotes débiles, con entrenudos cortos, hojas raquílicas y deformadas, cloróticas y generalmente, con márgenes necrosados. Los síntomas foliares pueden aparecer de 3 a 8 años después de la infección (Carter, 1978) y variar de un año a otro (Sosnowski et al. 2007). Los racimos maduran de manera desigual, son pequeños y, en casos severos, los frutos se pasifican y mueren. La yesca está causada por los hongos *Phaeoconiella chlamydospora* y *Phaeoacremonium* spp., y por hongos basidiomicetos, siendo el más frecuente *Fomitiporia mediterranea*. Esta enfermedad puede manifestarse de dos formas según su evolución: lenta o crónica y rápida o apopléjica. Con la forma lenta, aparecen coloraciones internerviales en las hojas, que evolucionan a necrosis. También provoca una reducción en la producción y los racimos pueden llegar a pasificarse prematuramente. Estos síntomas pueden manifestarse de forma crónica en algunas plantas y de forma errática en otras, de manera que los síntomas pueden manifestarse un año, pero no el siguiente (Gramaje, 2017). La forma apopléjica, provoca la muerte repentina de la planta. Realizando cortes transversales en troncos de cepas afectadas por yesca, observamos diferentes síntomas internos de la madera, como estrías necróticas en el xilema, a veces rodeadas por una decoloración de la madera de color rosa a marrón. En fases avanzadas de la enfermedad, suele observarse una podredumbre esponjosa de la madera en las zonas centrales del tronco o brazos. Por último, el decaimiento por *Botryosphaeria* está causado por hongos de la familia *Botryosphaeriaceae*, siendo *Diplodia seriata* y *Neofusicoccum parvum* las especies prevalentes asociadas a esta enfermedad en España (García-Jiménez et al., 2010), produciendo necrosis sectoriales en la madera interna de los brazos o del tronco principal de las plantas causando su desecación y muerte (Maldonado et al. 2018).

Existen numerosos estudios relativos a la susceptibilidad de las heridas de poda de la vid a patógenos causantes de EMV, como por ejemplo a *Neofusicoccum parvum* y *Lasiodiplodia theobromae* (Úrbez-Torres y Gubler, 2011), *Phaeoconiella chlamydospora* (Eskalen et al. 2007; van Niekerk et al. 2011) y *Eutypa lata* y *Diplodia seriata* (Ayres et al. 2016), entre otros. Este tipo de estudios evaluaron la susceptibilidad de las heridas de poda de la vid inoculadas artificialmente donde se consideraron factores como el cultivar de vid, el período de poda y la carga de inóculo, o diferentes combinaciones de estos. Algunos de ellos han demostrado que las podas realizadas a finales del invierno reducen la susceptibilidad de la herida a patógenos causantes de EMV en comparación con podas tempranas (finales de otoño-principios del invierno) (Lecomte y Bailey, 2011; Serra et al. 2008; Úrbez-Torres y Gubler, 2011), así como también, una disminución significativa de la infección de las heridas a medida que aumenta el tiempo entre el momento de la poda y la inoculación (Ayres et al. 2016; Úrbez-Torres y Gubler,

2011). En California, Eskalen et al. (2007) observaron que la susceptibilidad de las heridas de poda al hongo *Phaeoconiella chlamydospora* fue mayor durante la temporada de verano. En Italia, Serra et al. (2008) observaron también una mayor susceptibilidad a *Diplodia seriata* en podas realizadas a principios de la primavera. Sin embargo, hasta el momento, la información acerca de las infecciones naturales producidas por patógenos fúngicos relacionados con las EMV en las heridas de poda de la vid, es muy escasa. En Francia, Lecomte y Bailey (2011) evaluaron la susceptibilidad de las heridas de poda frente a infecciones naturales o artificiales de *Eutypa lata* en dos épocas (invierno y primavera). Observaron que el promedio de infecciones naturales fue de un 13% tras la poda invernal y de un 2% tras la poda primaveral, detectando una tendencia similar en el ensayo de inoculaciones artificiales de las heridas de poda. En Cataluña (España), Luque et al. (2014), llevaron a cabo un estudio de campo para conocer la flora fúngica que estaba infectando las heridas de poda, en dos viñedos en Cataluña. Observaron una alta influencia estacional, obteniendo un mayor porcentaje de aislamientos tras una poda invernal tardía realizada en el mes de febrero. A la vista de los resultados y para la zona concreta de estudio, propusieron realizar una poda temprana, recomendación que contradice a las tradicionales de manejo del viñedo, que optan por una poda invernal tardía.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, para tratar de evitar infecciones producidas por hongos causantes de EMV en la época de poda, es conveniente conocer en qué momento hay menos probabilidades de que estas se produzcan. Por lo que el principal objetivo de este trabajo consistió en determinar los porcentajes de infección patógena que se dan de forma natural en el período posterior a las tareas de poda.

2. Material y Métodos

Localización de los viñedos experimentales

El presente estudio se llevó a cabo en ocho viñedos experimentales. Uno localizado en Alfaro (La Rioja), otro situado en Mendavia (Navarra) y seis localizados en Galicia: dos de ellos en Leiro (Ourense); dos en O Barco de Valdeorras (Ourense); y dos en Ribadumia (Pontevedra).

Toma de muestras

En noviembre de 2017, durante el periodo de reposo vegetativo, en un total de 50 cepas, se realizó una prepoda a cuatro yemas en dos sarmientos de media por cepa, en los viñedos de La Rioja y Navarra y Galicia. Pequeñas porciones de aproximadamente 5 cm de los sarmientos podados se guardaron a -80°C para su posterior análisis en laboratorio. En febrero de 2018, se realizó una poda a tres yemas de los sarmientos seleccionados previamente, guardando la parte podada de cada sarmiento para su análisis posterior. En el mes de mayo de 2018, se realizó una última poda a dos yemas de los sarmientos seleccionados, recogiendo de nuevo la porción del extremo superior de los mismos, para analizar en laboratorio.

Análisis de las muestras

Para la evaluación de las muestras, se emplearon dos métodos diferentes de análisis. En el caso de las muestras de los viñedos de La Rioja y de Navarra, se realizó un análisis mediante técnicas tradicionales de aislamiento e incubación en medio de cultivo, mientras que

para las muestras de las parcelas de Galicia, se llevó a cabo un análisis mediante técnicas moleculares de secuenciación masiva.

En el análisis tradicional se realizó la desinfección superficial de las muestras mediante inmersión durante 1 minuto en una disolución al 33,3% de hipoclorito sódico, seguida de dos lavados de 1 minuto con agua destilada estéril. Una vez desinfectadas las muestras, se cortaron longitudinalmente a la mitad y se tomaron pequeños trozos de madera de la zona xilemática más próxima a la herida de poda, y se sembraron en placas con medio de cultivo Agar Extracto de Malta (MEA) (Conda Laboratories), suplementado con 0,4 g/L de estreptomicina (MEAS) (Sigma-Aldrich Laboratories). Las placas fueron incubadas durante 10-15 días, a 25°C en oscuridad. Las colonias de los hongos objeto de estudio, fueron repicadas a placas con medio de cultivo Agar Dextrosa Patata (PDA) (Conda Laboratories) para su identificación. La confirmación de la identificación de los hongos se realizó mediante amplificación y secuenciación de la región ITS a partir del ADN del micelio del hongo. La extracción de ADN del micelio del hongo se realizó con el kit E.Z.N.A. Plant DNA (Omega Bio-tek, Norcross, GA).

Para el análisis mediante secuenciación masiva de ADN, las muestras se desinfectaron en superficie siguiendo el protocolo anteriormente descrito. Se cortaron longitudinalmente a la mitad, y con la ayuda de un taladro muy fino (10 mm de diámetro) se extrajo una muestra de la zona xilemática más próxima a la herida de poda. Se extrajo el ADN utilizando el kit de extracción FastDNA Spin Kit (MP Biomedicals, California, USA) y se realizó una secuenciación de amplicones de la región ITS2 utilizando la tecnología Illumina MiSeq, en la Fundación FISABIO (Valencia) utilizando una química de lecturas pareadas de 2 x 300 nucleótidos.

3. Resultados

Aislamiento tradicional

Los resultados obtenidos por cultivo tradicional en el viñedo de Alfaro (La Rioja) mostraron un menor porcentaje de infección por hongos causantes de EMV, en el periodo comprendido entre febrero-mayo, con respecto al anterior periodo (noviembre-febrero), mientras que en parcela de Mendavia (Navarra), no se encontraron diferencias entre periodos. En las muestras tomadas en la pre poda realizada en noviembre, no se detectaron hongos asociados a EMV en ninguna de las parcelas (Fig.1).

Se ha observado variación en la diversidad de patógenos entre periodos de muestreo. *Seimastoporium vitis* en Mendavia y *Phaeomoniella chlamydospora* y *Eutypa lata* en Alfaro se identificaron en el periodo noviembre-febrero, mientras que no se aislaron en el periodo febrero-mayo, en sus respectivas parcelas. Lo mismo sucede con *Cryptovalsa ampelina* en Mendavia y con *Diplodia seriata* y *Dothiorella sarmentorum* en Alfaro, presentes en el periodo febrero-mayo, pero no el de noviembre-febrero (Fig.1).

Secuenciación masiva

Los análisis por de secuenciación masiva realizados en los viñedos experimentales de Galicia, mostraron una mayor sensibilidad para detectar infecciones naturales por hongos relacionados con las EMV, en comparación con el análisis realizado con métodos tradicionales de cultivo (Fig. 2, 3 y 4). La utilización de este tipo de técnicas moleculares permite identificar y

asignar taxonómicamente la mayoría de los microorganismos de una muestra sin necesidad de cultivarlos. Además, esto ha supuesto un gran avance en el estudio ecológico del microbioma de muestras ambientales, ya que la mayoría de los microorganismos presentes (95-99%) no son cultivables con los medios microbiológicos tradicionales de cultivo. Mediante esta técnica se han podido detectar hongos causantes de EMV en las muestras recogidas en la pre poda realizada en noviembre. En las seis parcelas de estudio, en general, se observó una mayor cantidad de unidades taxonómicas operativas (OTUs) durante el periodo comprendido entre febrero-mayo, que en el periodo noviembre-febrero. Se observaron diferencias en el número de OTUs de los hongos identificados entre viñedos experimentales, tanto entre localizaciones, como dentro de la misma localización.

La secuenciación masiva también ha permitido detectar una variación en la diversidad de hongos en las parcelas gallegas. Los hongos identificados han variado entre periodos y en función del viñedo experimental y de la zona de estudio. Hongos pertenecientes al género *Dyatrypaceae*, fueron detectados en las muestras de la pre poda realizada en noviembre y en las del periodo comprendido entre noviembre-mayo, pero no en las del periodo febrero-mayo, tanto en el viñedo experimental 1 localizado en O Barco de Valdeorras (Ourense) (Fig. 2), como en el viñedo experimental 2 localizado en Leiro (Ourense) (Fig. 3). Lo mismo sucede con *Phaeoacremonium* spp. en ambos viñedos experimentales localizados en Ribadumia (Pontevedra), siendo detectados en las muestras de la pre poda realizada en noviembre y en las del periodo de febrero-mayo, pero no en las del periodo noviembre-febrero (Fig. 4).

4. Conclusiones

Ambas técnicas, cultivo tradicional y secuenciación masiva, permiten la evaluación de la diversidad patogénica presente en las heridas de poda, siendo más sensible en la detección de infecciones naturales por hongos asociados a las EMV la técnica de secuenciación masiva. La evaluación de las infecciones naturales en heridas de poda en distintos momentos de parada vegetativa de la planta se impone como un método idóneo para optimizar medidas de prevención y control de las EMV en planta adulta. Este estudio muestra que la infección por hongos causantes de EMV es en general muy baja en la pre poda de noviembre, y aumenta en el periodo comprendido entre febrero-mayo. Por ello, y para las zonas concretas de Galicia se podría recomendar la realización de una poda temprana, entre los meses de noviembre y febrero, para tratar de reducir las infecciones por hongos causantes de EMV. Los resultados obtenidos son parciales y deben ser adaptados a cada zona de cultivo para la aplicación adecuada de esta medida de prevención.

5. Bibliografía

1. AYRES, M.; BILLONES-BAAIJENS, R.; SAVOCCHIA, S.; SCOTT, E.; SOSNOWSKI, M. 2016. **Susceptibility of pruning wounds to grapevine trunk disease pathogens.** Wine and Viticulture Journal 31 48-50
2. CARTER, M.V. 1991. **The status of *Eutypa lata* as a pathogen.** CAB International.
3. ESKALEN, A., FELICIANO, A.J.; GUBLER, W.D. 2007. **Susceptibility of grapevine pruning wounds and symptom development in response to infection by *Phaeoacremonium aleophilum* and *Phaeoconiella chlamydospora*.** Plant Dis 91 1100-1104

4. GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; RAPOSO, R.; ARMENGOL, J. 2010. **Enfermedades fúngicas de la madera de la vid**, In: **Enfermedades de las plantas causadas por hongos y oomicetos – Naturaleza y control integrado**. Phytoma España S.L. ISBN: 978-84-935247-5-3
5. GRAMAJE, D. 2017. **Enfermedades de la madera de la vid: ¿han estado los hongos siempre ahí?** *Enoviticultura* 46 16-27.
6. GRAMAJE, D.; ÚRBEZ-TORRES, J.R.; SOSNOWSKI, M.R. 2018. **Managing grapevine trunk diseases with respect to etiology and epidemiology: current strategies and future prospects**. *Plant Dis* 102 12-39
7. LECOMTE, P.; BAILEY, D.J. 2011. **Studies on the infestation by *Eutypa lata* of grapevine spring wounds**. *Vitis* 50 35-41
8. LEGORBURU, F.J.; MURUAMENDIARAZ, A.; LUQUE, J. 2014. **Las enfermedades de la madera de la vid en planta adulta: aclarando nuestras ideas**. *Tierras* 223 69-73
9. LUQUE, J.; GARCÍA-FIGUERES, F.; LEGORBURU, F. J.; MURUAMENDIARAZ, A.; ARMENGOL, J.; TROUILLAS, F. 2012. **Species of Diatrypaceae associated with grapevine trunk diseases in Eastern Spain**. *Phytopathol. Mediterr.* 51 528-540
10. LUQUE, J.; ELENA, G.; GARCÍA-FIGUERES, F.; REYES, J.; BARRIOS, G.; LEGORBURU, F.J. 2014. **Natural infections of pruning wounds by fungal trunk pathogens in mature grapevines in Catalonia (Northeast Spain)**. *Aus. J. Grape Wine Res.* 20 134-143
11. MALDONADO, M.M.; ANDRÉS-SODUPE, M.; BERLANAS, C.; BUJANDA, R.; GRAMAJE, D.; MARTÍNEZ-DIZ, M.P.; DÍAZ-LOSADA, E. 2018. **Enfermedades fúngicas de la madera de la vid: Líneas de investigación actuales y avances para su control**. *Cuaderno de Campo* 61 28-35
12. ROLSHAUSEN, P.E.; ÚRBEZ-TORRES, J.R.; ROONEY-LATHAM, S.; ESKALEN, A.; SMITH, R.J.; GUBLER, W.D. 2010. **Evaluation of pruning wound susceptibility and protection against fungi associated with grapevine trunk diseases**. *AM J ENOL VITICULT* 61 113–119
13. SERRA, S.; MANNONI, M.A.; LIGIOS, V. 2008. **Studies on the susceptibility of pruning wounds to infection by fungi involved in grapevine wood diseases in Italy**. *Phytopathol. Mediterr.* 47 234-246
14. SOSNOWSKI, M.R.; WICKS, T.J.; LARDNER, R.; SCOTT, E.S. 2007. **The influence of grapevine cultivar and isolate of *Eutypa lata* on wood and foliar symptoms**. *Plant Dis* 91 924-931
15. ÚRBEZ-TORRES, J.R.; GUBLER, W.D. 2008. **Double pruning, a potential method to control Bot canker disease of grapes, and susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by Botryosphaeriaceae**. *Abstr. Phytopathol. Mediterr.* 48 185
16. ÚRBEZ-TORRES, J.R.; GUBLER, W.D. 2011. **Susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum***. *Plant Pathology* 60 261-270
17. VAN NIEKERK, J.M.; HALLEEN, F.; FOURIE, P. 2011. **Temporal susceptibility of grapevine pruning wounds to trunk pathogen infection in South African grapevines**. *Phytopathol. Mediterr.* 50 S139–S150

6. Agradecimientos

María del Pilar Martínez Diz agradece al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), la concesión del contrato predoctoral FPI-INIA del que actualmente es beneficiaria.

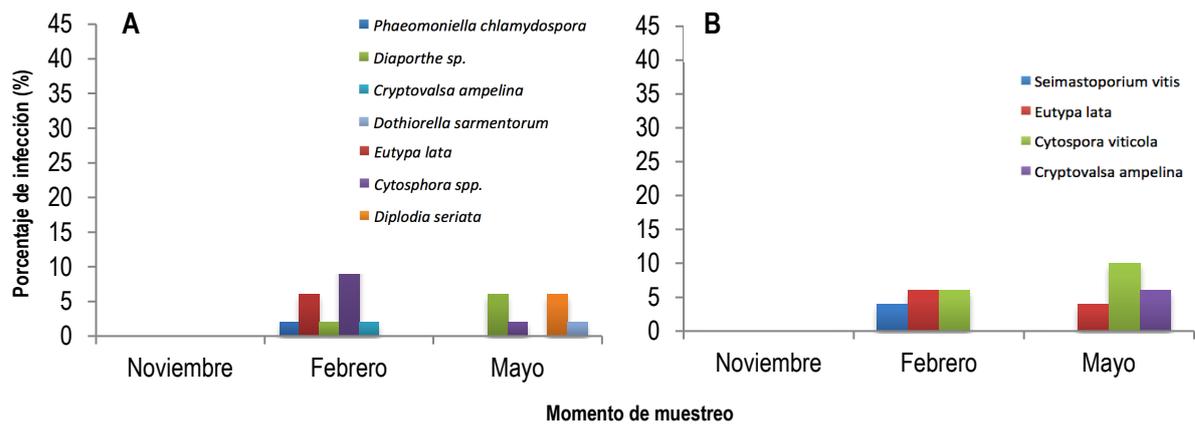


Fig. 1. Porcentaje de infección (%) por hongos asociados a las EMV en el viñedo de (A) Alfaro (La Rioja) y (B) Mendavia (Navarra).

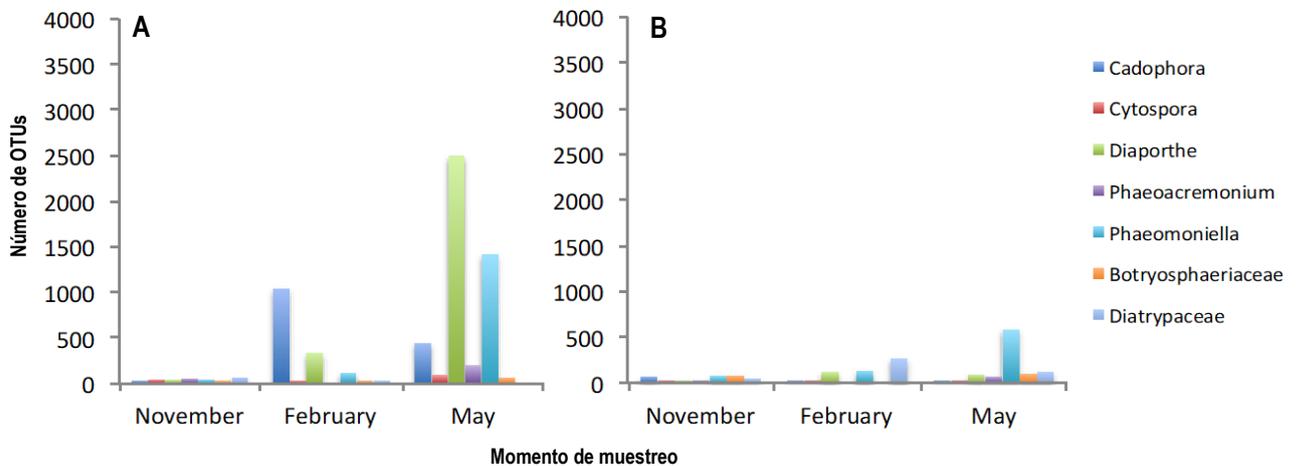


Fig. 2. Número de unidades taxonómicas operativas (OTUs) de géneros de hongos asociados a las EMV, en los viñedos experimentales de O Barco de Valdeorras (Ourense, Galicia). (A) Viñedo experimental 1 y (B) Viñedo experimental 2.

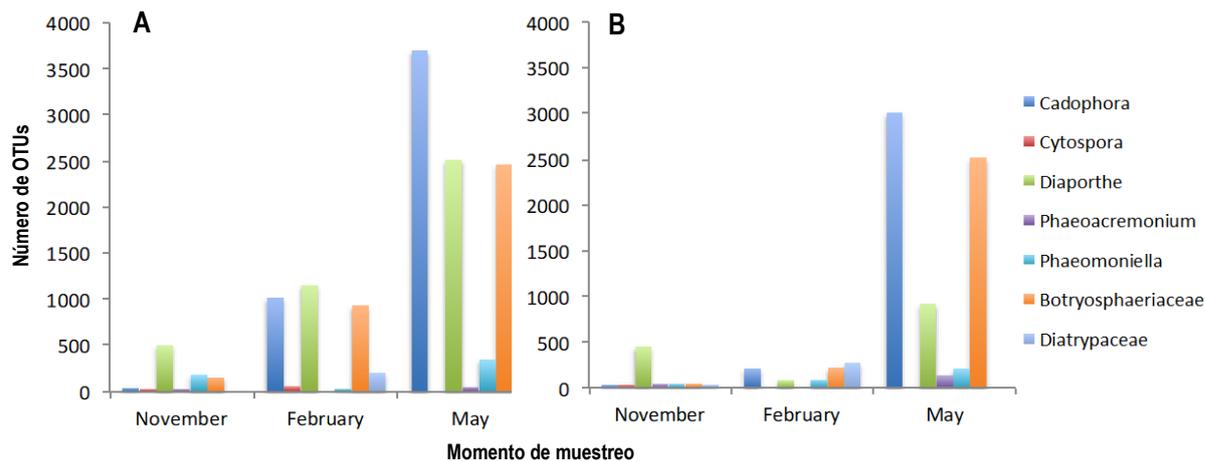


Fig. 3. Número de unidades taxonómicas operativas (OTUs) de géneros de hongos asociados a las EMV, en los viñedos experimentales de Leiro (Ourense, Galicia). (A) Viñedo experimental 1 y (B) Viñedo experimental 2.

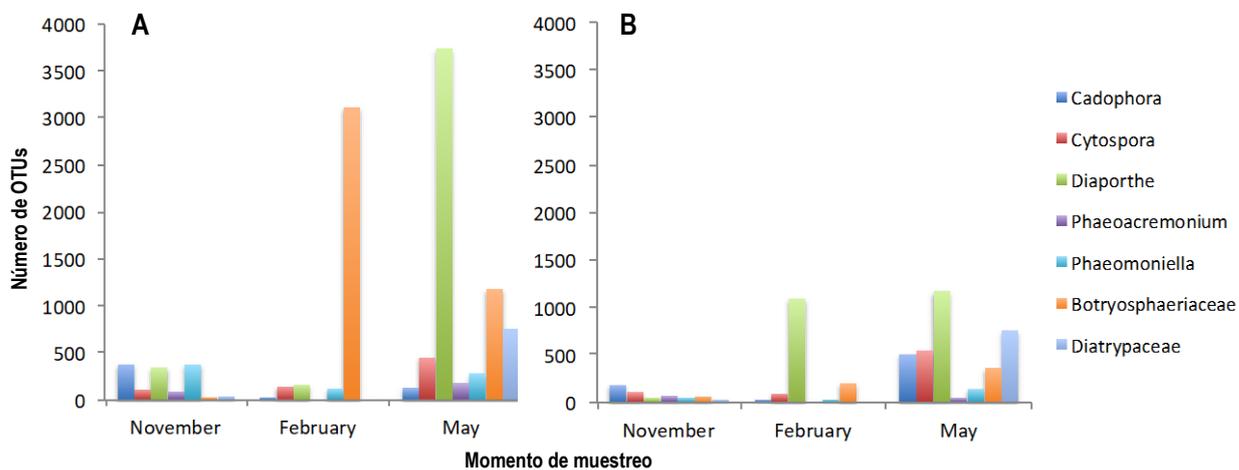


Fig. 4. Número de unidades taxonómicas operativas (OTUs) de géneros de hongos asociados a las EMV, en los viñedos experimentales de Ribadumia (Pontevedra, Galicia). (A) Viñedo experimental 1 y (B) Viñedo experimental 2.

Incidenca de mildiu y oídio en variedades resistentes. Ensayo en el Penedès año 2018

Elisabet Perna, Lluís Giralt
Institut català de la vinya i el vi (INCAVI)

Resumen

En colaboración con el sector vitivinícola el INCAVI inicia el estudio de las variedades resistentes a enfermedades fúngicas obtenidas por hibridación. En esta línea el año 2016 se planta un viñedo con tres variedades resistentes a mildiu y oídio comercializadas por Vivai cooperatiu Rauscedo y dos variedades tradicionales del Penedès. El año 2018 se realiza una valoración de la resistencia de estas variedades, aprovechando la alta presión de mildiu que ha habido este año en el Penedès. Los resultados han sido satisfactorios.

1. Introducción

La presión social sobre el uso de fitosanitarios en la producción agrícola, así como argumentos de sostenibilidad mediambiental, han incrementado el interés por desarrollar variedades resistentes a las enfermedades fúngicas del viñedo. Este interés es mayor en la viticultura ecológica especialmente por la falta de alternativas al uso de las sales de cobre en el control del mildiu. Ante esta situación, el sector vitivinícola reclama información sobre la capacidad de resistencia, capacidad de adaptación a diferentes entornos edafoclimáticos y el potencial enológico de las variedades que ya están en el mercado.

Las bodegas Sumarroca junto con INCAVI han establecido una plantación de estudio de variedades resistentes a mildiu y oídio en contraste con variedades propias del Penedès. Las variedades resistentes estudiadas están comercializadas por Vivai cooperatiu Rauscedo (VRC).

La plantación del viñedo de estudio se realizó el año 2016. Se había previsto iniciar el seguimiento en el momento en que el viñedo estuviera en condiciones de máxima producción, a partir del 4º o 5º año, sin embargo, la fuerte incidencia del mildiu en el Penedès durante el año 2018 motivó la realización del control de la resistencia de las diferentes variedades. En este documento se presentan los resultados obtenidos.

2. Material y métodos

El viñedo se sitúa en el término municipal de Sant Sadurní d'Anoia en la DO Penedès. La plantación se realizó el año 2016, con un marco de plantación 2,8 x 1,2 m. La formación es en Royat doble. Las condiciones de cultivos son las habituales en el Penedès en condiciones de secano y con trabajo mecánico del suelo.

Se plantan las variedades resistentes:

- **Merlot khorus**: variedad tinta.
 - Merlot x 20-3
- **Cabernet eidos**: variedad tinta.

- Cabernet sauvignon x 20-3
- **Fleurtai:** varietat blanca
 - Tocai friulano x 20-3
- **Soreli:** variedad blanca
 - Tocai friulano x 20-3

Como variedades tradicionales del Penedès se plantan:

- **Parellada**
- **Moscatel del grano menuda**

Se plantan aproximadamente 500 cepas de cada variedad.

Durante la primavera del 2018, de forma muy extraordinaria, se han producido unas condiciones meteorológicas muy favorables al desarrollo del mildiu, siendo necesario en la zona realizar una media de 7-9 tratamientos para su control (datos del Servicio de Sanidad Vegetal). Ante esta situación de alta y general presencia de mildiu, valoramos la oportunidad de hacer la valoración de la sensibilidad de las variedades plantadas en el estudio.

En la parcela de estudio durante el año 2018 no se ha realizado ningún tratamiento fungicida en ninguna de las variedades estudiadas.

El día 6 de julio de 2018 se realiza un conteo visual de la presencia de mildiu y oídio. Se escogen 10 pámpanos al azar de cada variedad del que se observa la presencia de mildiu en todas sus hojas y racimos. Con este conteo se determina el % de hojas y de racimos afectados. Se considera que una hoja o racimo está afectado por la sola presencia del hongo. En cada variedad se observan una media de 144 hojas y 14 racimos.

3. Resultados

Tabla 1: resultado del conteo de la incidencia del mildiu.

VARIEDAD	% racimos afectados por mildiu	% hojas afectadas por mildiu
Parellada	100,0	81,7
Muscat	100,0	95,7
Merlot Khorus	0,0	6,2
Cabernet Eidos	5,9	13,0
Fleurtai	0,0	5,7
Soreli	0,0	0,7

En la valoración de los resultados de la tabla 1 se observa una gran diferencia entre las variedades resistentes y las tradicionales, estando estas últimas muy afectadas por el hongo.

Es importante subrayar que, en las variedades resistentes, el mildiu se presenta solo en forma de mosaico y no presenta esporulación evidente.

Tabla 2: resultados del conteo de la incidencia del oídio.

VARIEDAD	% racimos afectados por oídio	% hojas afectadas por oídio
Parellada	0,0	0,0
Muscat	0,0	0,0
Merlot Khorus	53,8	0,0
Cabernet Eidos	5,9	2,3
Fleurtaí	0,0	0,6
Soreli	23,5	3,6

En la valoración de los resultados del ataque de oídio de la tabla 2 se debe tener en cuenta que la elevada presencia de mildiu en las variedades Parellada i Moscatel, no permitieron valorar si se produce o no ataques ni en los racimos ni en las hojas de estas variedades. Posiblemente no se produce ataque de oídio debido a la temprana y alta incidencia del mildiu sobre las mismas, esta situación impidió hacer una valoración comparativa de la sensibilidad entre variedades a priori resistentes y variedades no resistentes.

Por otro lado, se observa sensibilidad al oídio en racimos de la variedad Merlot Khorus y Soreli. En las variedades Soreli i Cabernet Eidos se observa presencia de oídio tanto en racimo como en hojas, pero en un porcentaje muy bajo. Cabe recordar que el recuento valora la presencia de oídio, no la intensidad del ataque. En la mayoría de los casos se trataba de focos pequeños o iniciales.

4. Conclusiones

Las variedades Merlot Khorus, Cabernet Eidos, Fleurtei y Soreli, han mostrado una muy buena resistencia ante los ataques de mildiu, en contraste con Parellada y Moscatel del grano menudo.

Aunque no se ha podido contrastar con las variedades tradicionales del Penedès, las variedades Fleurtaí y Cabernet Eidos presenta una muy buena resistencia al oídio y las variedades Soreli y Merlot khorus presentan cierta sensibilidad, especialmente en racimo.

ENOLOGÍA

Producción sostenible y calidad de los vinos tintos en la DO Ribeira Sacra

Pilar Blanco¹, Adrián Rodríguez², Evaristo Rodríguez², Jesús Prieto³, Ángela Misa³, Carlos Brea⁴, Isaac Rodríguez⁵, David Fernández-Calviño⁶, Flora A. Vega⁶, Ruth Fernández⁷

¹Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia (EVEGA-AGACAL), Ponte San Clodio s/n, 32428, Leiro-Ourense.

E-mail: pilar.blanco.camba@xunta.gal

²Adegas Moure S.A. A Cova, 27548 O Saviñao - Lugo

³Regina Viarum S.L. Doade 27424. Sober-Lugo

⁴HGA Bodegas y Viñedos de Altura S.L. Doade 27424. Sober. Lugo

⁵Universidade de Santiago de Compostela (USC)-Instituto de Investigación y Análisis Alimentario (IIAA), Constantino Candeira s/n, Campus Sur/Campus Vida, 15782 Santiago de Compostela

⁶Universidade de Vigo, Área de Edafoloxía e Química Agrícola, Facultade de Ciencias. As Lagos s/n, 32004, Ourense

⁷Consello Regulador de la Denominación de Origen Ribeira Sacra, Comercio 6/8, 27400, Monforte de Lemos-Lugo

Resumen

El sector del vino en Galicia juega un papel relevante a nivel tanto económico como social. En la zona de Ribeira Sacra el viñedo supone unas 2.500 ha, muchas de ellas ligadas a zonas de montaña con fuerte pendiente (viticultura heroica). Las características climatológicas, orográficas y edafológicas de esta zona conforman un *terroir* único que condiciona tanto la forma de trabajar como el estilo de los vinos que se elaboran.

Actualmente existe una tendencia al uso de prácticas cada vez más sostenibles en el viñedo para preservar la biodiversidad y reducir el impacto sobre el medio ambiente y la salud. La climatología gallega favorece la proliferación de los patógenos de la vid, por lo tanto no ayuda a la implementación de técnicas ecológicas en la viña. Aun así, algunos productores apuestan por la producción ecológica. El objetivo de este proyecto es evaluar su impacto desde la viña hasta el vino. Se estudiará su efecto en el suelo (fertilidad, presencia de residuos y diversidad microbiana), en la planta (análisis foliar, producción y calidad de la uva), en la bodega (cinética fermentativa y dinámica de la población de levaduras) y, finalmente, en la calidad química, sensorial e sanitaria de los vinos.

1. Introducción

En la actualidad existe una tendencia mundial hacia el uso de prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio con el fin de obtener productos más saludables (D'Amico et al., 2016; Provost y Pedneault, 2016). El viñedo no es ajeno a esta tendencia; de hecho, España es el país con mayor superficie de viñedo ecológico y el primer productor de vinos ecológicos del mundo (European Commission, 2016; MAPAMA, 2017; Willer y Lernoud, 2017).

La vitivinicultura ecológica exige que se respeten ciertas prácticas en la viña y en la bodega, según la normativa europea (CE nº 834/2007, nº 889/2008, nº 203/2012, 2016/673). En la viña está prohibido el uso de plaguicidas (herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc.) y fertilizantes sintéticos. En la bodega, el vino debe elaborarse a partir de uvas de producción ecológica utilizando solo materias primas y productos autorizados. El 22 de mayo de 2018, la

Unión Europea aprobó un nuevo Reglamento (UE) 2018/848 relativo a la producción ecológica y etiquetado de los productos ecológicos que deroga el nº 834/2007 (vigente en la actualidad), que entrará en vigor el 1 de enero de 2021. La nueva normativa aborda la necesidad del sector de mantener una producción orgánica verdaderamente sostenible. Es decir, que no solo consista en sustituir insumos convencionales por otros ecológicos, sino también considerando el suelo como un organismo vivo; contribuyendo así a la conservación de la biodiversidad.

El vino constituye un sector muy importante en Galicia. En Ribeira Sacra la superficie de viñedo alcanza unas 2.500 ha extendidas por las riberas de los ríos Miño y Sil, en el sur de la provincia de Lugo y norte de Ourense. De esta superficie aproximadamente 1300 ha están inscritas en el Consello Regulador de la DO Ribeira Sacra; donde están incluidos 2397 viticultores y 96 bodegas (CR Ribeira Sacra, 2017). De ellos, 6 productores y 5 bodegas están certificados en ecológico, según datos del CRAEGA (2018). En esta DO se elabora fundamentalmente vino tinto. El clima se caracteriza por una pluviometría de 700-900 mm anuales y una temperatura media de 13-14°C. A nivel geológico se encuentran zonas graníticas, esquistosas, pizarras, etc. Los suelos son ácidos con un valor medio de pH de $5,0\pm 0,6$, contenido en carbono orgánico de 34 ± 20 g kg⁻¹ y texturas generalmente franco-arenosas (Fernández-Calviño et al., 2009). Todos estos factores, asociados a la microbiota del suelo y de la uva constituyen un *terroir* único que juega un papel relevante en la calidad y estilo de los vinos de la Ribeira Sacra.

El *terroir* se define como un ecosistema interactivo que engloba clima, suelo, microorganismos asociados al viñedo, variedades de vid, así como las prácticas agronómicas y enológicas (Belda et al., 2017). De estos componentes del *terroir* el papel de los microorganismos del viñedo era quizás el menos estudiado hasta hace bien poco; pero, en los últimos años las nuevas técnicas de secuenciación masiva permitieron demostrar que existe una población de microorganismos asociada al viñedo que determinan la productividad y resistencia a enfermedades de la planta, la evolución de las fermentaciones y la calidad el vino (Bokulich et al., 2016). Estudios preliminares de la EVEGA sobre cultivo ecológico del viñedo en Galicia mostraron que la producción de uva era menor (Blanco et al., 2016), pero había mayor diversidad de levaduras en los mostos y también en las bodegas (Castrillo et al., 2017). Con este proyecto que reúne la experiencia de distintos grupos de investigación y la participación directa de productores y bodegas se va a estudiar el efecto de una producción sostenible en el viñedo y su impacto en la calidad de los vinos.

2. Material y Métodos

2.1. Grupos participantes, bodegas y productores

- Estación de Viticultura e Enología de Galicia (EVEGA-AGACAL)
- Abadía da Cova/Adegas Moure
- Bodegas Regina Viarum
- HGA (Bodegas & Viñedos de Altura)
- Consello Regulador de la Denominación de Origen Ribeira Sacra
- Universidad de Santiago de Compostela (Instituto de Investigación y Análisis Alimentarios)
- Universidad de Vigo (Grupo BV1- Planta, Suelo y Aprovechamiento de Subproductos)

2.2. Viñedos y análisis de suelos

En la Tabla 1 se indican las fincas en las que se tomaron muestras para este estudio, su ubicación y tipo de cultivo. En cada una de ellas se recogieron muestras para análisis de las características físicoquímicas del suelo, presencia de residuos y microbioma. El análisis de las características físicoquímicas del suelo (pH, conductividad eléctrica, carbono y nitrógeno totales, capacidad de intercambio catiónico efectiva, oligoelementos disponibles, contenido total y distribución de Cu y Zn) se realizará según la metodología descrita en Fernández-Calviño (2008). Para la detección de presencia de residuos de pesticidas en las muestras de suelo se aplicará la técnica de extracción con fluidos presurizados (PLE) seguido de LC-ESI-MS/MS (Pérez-Mayán, et al., 2018). Finalmente el estudio del microbioma asociado al suelo de los viñedos se realizará mediante técnicas de secuenciación masiva utilizando los servicios de WineSeq.

Tabla 1. Viñedos muestreados

Finca	Lugar	Tipo de cultivo	Ubicación
A Granxa	Rego de Fión	Convencional	42° 33' 53.6" N - 7° 40' 28.1" W
Goian	Pantón	Ecológico	42° 31' 46.7" N - 7° 37' 36.1" W
Porta Doade	Sober	Convencional	42° 24' 21.4" N - 7° 28' 20.4" W
O Castiñeiro	Sober	Ecológico	42° 24' 25.5" N - 7° 28' 34.8" W

2.3. Bodegas y fermentaciones

En la campaña de 2018 se evaluó el proceso de fermentación ecológica en cada una de las bodegas colaboradoras y se comparó con una vinificación convencional. La evolución de las fermentaciones se siguió mediante control diario de densidad y temperatura. Además a partir de las muestras de mosto y al inicio, mitad y final de la fermentación se recogieron muestras para control microbiológico del proceso en EVEGA.

Las muestras de mosto y fermentación se diluyeron de forma adecuada y se sembraron en medio WL Nutrient Agar (Scharlau Microbiology). Las placas se incubaron a 28°C hasta la aparición de colonias visibles, tras lo cual se procedió al recuento de levaduras y al aislamiento de un número representativo de colonias de cada muestra para su posterior identificación. Los aislados se crecieron en Lysine Medium (Oxoid) para su diferenciación en levaduras de tipo *Saccharomyces* y no-*Saccharomyces*. La identificación de las levaduras a nivel de especie se realizó mediante amplificación por PCR del gen 5.8S rRNA y dos espaciadores ribosomales internos (ITS), y posterior corte del producto obtenido con las enzimas *Hinf* I, *Hae* III y *Cfo* I (Esteve-Zarzoso et al., 1999). Aquellos aislados identificados como *Saccharomyces* se caracterizaron a nivel de cepa mediante la técnica de análisis de los patrones de restricción del mtDNA (mtDNA-RFLPs) según el protocolo descrito por Querol et al. (1992).

2.4. Análisis químicos y microbiológicos de los vinos

En el Consello Regulador de la DO Ribeira Sacra se seleccionaron muestras de vino tinto de las distintas subzonas de la DO y se enviaron a la EVEGA y a la USC para su análisis.

Para el análisis químico de los mostos y de los vinos se utilizaron los métodos oficiales (OIV, 2018). En mosto se determinaron: grado Brix, azúcares reductores, pH y acidez total. En el vino se determinaron: grado alcohólico, azúcares reductores, acidez total, acidez volátil, pH, glicerol y sulfuroso libre y total.

Los compuestos volátiles se cuantificarán mediante cromatografía de gases y gases masas en EVEGA como describe Bouzas–Cid et al. (2018). La presencia de fenoles volátiles se determinará mediante CG en la USC, empleado un protocolo de extracción en fase sólida (SPE) combinado con derivatización y determinación mediante GC-EI-MS, Carpinteiro et al. (2012). En cuanto a la identificación de aminas biógenas en los vinos se llevará a cabo mediante HPLC.

Finalmente, para el análisis de residuos de fungicidas e insecticidas en el vino se utilizará el método de extracción en fase sólida (SPE) y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC o UPLC) con detección mediante MS en tándem puesto a punto en la USC (Castro et al., 2018).

3. Resultados

3.1. Muestreo



Fig.1. Imagen de los distintos viñedos muestreados: A) A Granxa; B) Goian; C) Porta Doade; D) O Castiñeiro.

La toma de muestras de suelo para análisis físico-químico se realizó utilizando una sonda Edelman, con la que se recogen los 20 cm superficiales del suelo. En las fincas de A Granxa, Goián e O Castiñeiro, se recogieron 2 muestras de suelo representativas que estaban compuestas de 8 a 10 submuestras recogidas a lo largo del viñedo (Fig. 1A,B y D). Una de las muestras compuestas es representativa de las líneas de cepas, mientras que la otra lo era de las calles entre líneas de cepas. En el caso de la finca de Porta Doade, se recogieron 4 muestras de suelo representativas, dos de las filas de cepas y dos de los pasillos (Fig. 1C). Una vez en el

laboratorio, todas las muestras de suelo se secaron al aire y se tamizaron por 2 mm para obtener la fracción tierra fina, sobre la que se realizaron todos los análisis físico-químicos.

Los valores de pH en agua obtenidos indican que se trata de suelos de naturaleza ácida a ligeramente ácida (4.6-6.4), siendo los niveles de pH algo mayores en las líneas de cepa que en los pasillos en las parcelas O Castiñeiro y Porta Doade, mientras que en las fincas Goián y A Granxa se dio la situación opuesta. El escaso número de muestras no permite realizar un análisis estadístico en cuando al modo de cultivo del viñedo (ecológico vs convencional), si bien en las muestras de suelo de la línea de cepas fue algo mayor en la finca de ecológico O Castiñeiro (5.9) que en su equivalente convencional de Porta Doade (5.6-5.7). Sin embargo, en el otro par de fincas, las muestras de suelo de la línea de cepas de la parcela en ecológico fueron algo más ácidas (4.9) que las correspondientes en la finca de manejo convencional (5.6).

Para análisis del microbioma y residuos de pesticidas se dividieron las parcelas en tres bloques y en cada uno de ellos se tomaron distintas muestras y se homogeneizaron para su análisis. Se realizarán dos muestreos: el primero a finales de invierno y el segundo en verano.

3.2. Fermentaciones

La evolución de las fermentaciones con mosto ecológico y el control con mosto convencional en la bodega Abadía da Cova se muestra en la Fig. 2A. El análisis de las levaduras mostró un implantación del 100% de la levadura comercial inoculada en el proceso convencional. Esta levadura mostró una buena adaptación a los mostos y condiciones de la bodega, ya que también aparecía en el proceso de fermentación espontánea con mosto ecológico, junto con otras cepas. Los vinos obtenidos mostraron unas características propias de la variedad Mencía y zona, con mayor acidez total en el vino ecológico.

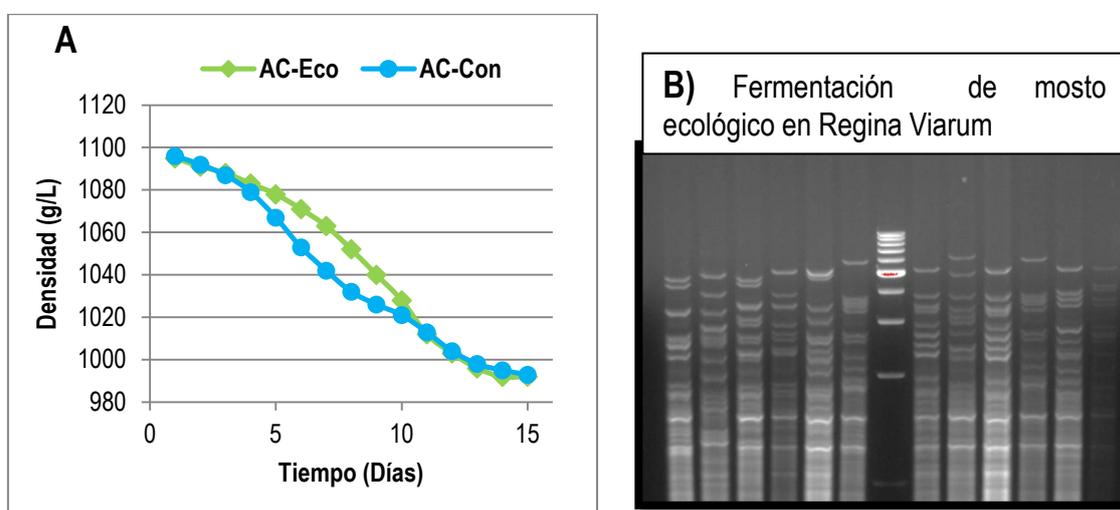


Fig. 2. A) Evolución de la fermentación de mosto ecológico y convencional en Abadía da Cova; B) Identificación de cepas de *S. cerevisiae* durante la fermentación espontánea con mosto ecológico en RV.

En la bodega RV en la fermentación de mosto ecológico (espontánea) se identificaron hasta 14 cepas diferentes de *S. cerevisiae* durante el proceso (Fig. 2B). En el proceso con mosto convencional también se identificaron varias cepas de *S. cerevisiae*, especialmente en la

fase inicial, pero dos de ellas (incluida la levadura inoculada) aparecían con mayor frecuencia. Las características de los mostos utilizados y los vinos obtenidos se muestran en la Tabla 2. El vino convencional mostró un elevado grado alcohólico, acorde al esperado dado la elevada concentración de azúcar del mosto. Además, presentaba algunos azúcares residuales. En ambos casos se observa que ha tenido lugar una fermentación maloláctica parcial.

Tabla 2. Características de los mostos y de los vinos elaborados en Regina Viarum.

RV	Mosto Eco	Mosto Con	Vino Eco	Vino Con
° Brix/ Grado (%vol)	20.8	25.4	13.0	16.0
Azúcares (g/L)	210.1	260.0	<0.2	4.2
Acidez total (g tart/L)	5.3	4.8	6.2	6.2
Acidez volátil (g acético/L)			0.34	0.45
Ácido láctico (g/L)			1.0	1.2
Ácido málico (g/L)	2.8	2.8	1.8	1.4
pH	3.59	3.84	3.65	3.77
Glicerol (g/L)			7.5	8.6

3.3. Caracterización química y microbiológica de los vinos tintos de la DO Ribeira Sacra

La primera remesa de vinos recibidos para análisis incluía muestras de barrica (15) y no barrica (25) de distintas añadas y subzonas (Fig. 3). En estas muestras se determinarán:

- Parámetros básicos de los vinos
- Compuestos volátiles, incluidos fenoles volátiles
- Presencia de *Brettanomyces*
- Aminas biógenas
- Residuos de fungicidas y pesticidas

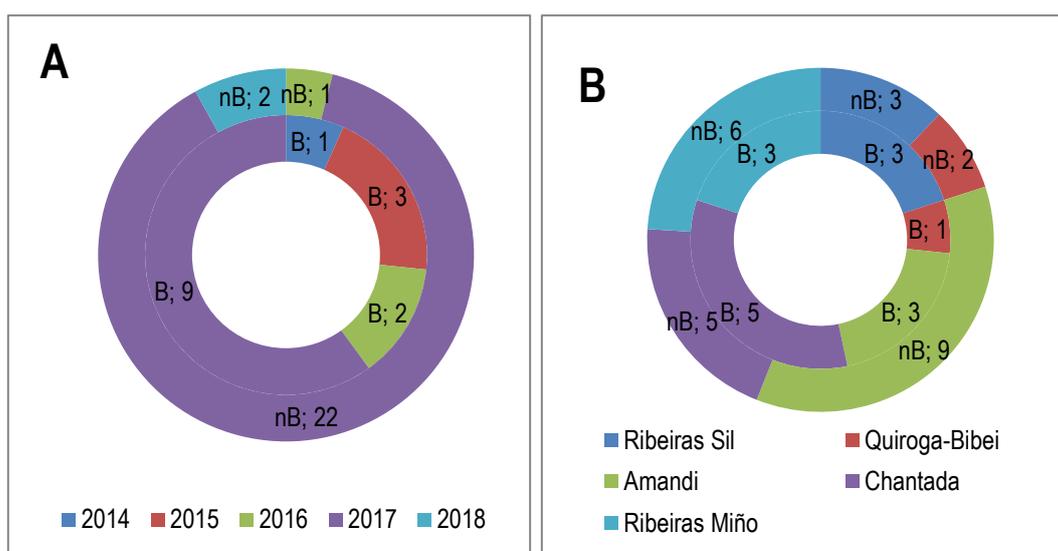


Fig 3. Distribución de la muestras de vinos por añadas (A) y subzonas (B). B-barrica; n-B-no barrica.

4. Conclusiones

El proyecto permitirá ver el efecto de la producción sostenible sobre las características físicoquímicas del suelo, el microbioma y la presencia de residuos en el suelo de algunos viñedos de la DO Ribeira Sacra (Galicia). Los resultados ayudarán a concienciar al sector sobre los riesgos ambientales y para la salud de ciertos insumos. La toma de medidas para su reducción supone una preparación y adaptación de cara a los nuevos reglamentos cada vez más restrictivos.

El conocimiento del microbioma del viñedo y las características físicoquímicas tiene un papel importante en la productividad, pero también en la resistencia y alerta sobre riesgos de enfermedades de la planta.

La evaluación de la calidad química, microbiológica y sanitaria de los vinos servirá para conocer y apoyar la calidad de los vinos tintos de la DO Ribeira Sacra, promoviendo su valorización y favoreciendo la dinamización del sector agrario y del vino en zonas desfavorecidas del rural gallego.

5. Bibliografía

1. BELDA, I.; ZARRAONAINDIA, I.; PERISIN, M.; PALACIOS, A.; ACEDO, A. 2017. **From vineyard soil to wine fermentation: microbiome approximations to explain the *terroir* concept**. *Front Microbiol.* Vol 8. Article 821.
2. BLANCO, P.; DÍAZ, E.; CASTRILLO, D.; SOTO, E. 2016. **Producción de mostos de origen ecológico en Galicia**. *SeVi* n.º 3468: 470-476.
3. BOKULICH, NA.; COLLINS, TS.; MASARWEH, C.; ALLEN, G.; HEYMANN, H.; EBELER, S.; MILLS, A. 2016. **Association among wine grape microbiome, metabolome, and fermentation behaviour suggest microbial contribution to regional wine characteristics**. *mBIO.* 7 (3). e00631-16.
4. BOUZAS-CID, Y.; FALQUÉ, E.; ORRIOLS, I.; MIRÁS-AVALOS, J.M. 2018. **Effects of irrigation over three years on the amino acid composition of Treixadura (*Vitis vinifera* L.) musts and wines, and on the aromatic composition and sensory profiles of its wines** *Food Chem.* 240:707-716 .
5. CARPINTEIRO, I.; ABUÍN, B.; RODRÍGUEZ, I.; RAMIL, M.; CELA, R. 2012. **Mixed-mode solid-phase extraction followed by dispersive liquid-liquid microextraction for the sensitive determination of ethylphenols in red wines**. *J Chromatogr A.* 1229: 79-85.
6. CASTRILLO, D.; NEIRA, N.; BLANCO, P. 2017. **Caracterización de la diversidad de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* en bodegas de producción ecológica de Galicia**. *SeVi* n.º 3506: 1926-1932.
7. CASTRO, G.; PÉREZ-MAYÁN, L.; RODRIGUEZ-CABO, T.; RODRÍGUEZ, I.; RAMIL, M.; CELA, R. 2018. **Multianalyte, high-throughput liquid chromatography tandem mass spectrometry method for the sensitive determination of fungicides and insecticides in wine**. *Anal Bioanal Chem.* 410: 6807-6817.
8. CRAEGA 2018. **Estadísticas. Memoria anual de actividades do Consello Regulador da Agricultura Ecolóxica de Galicia**.
9. D'AMICO, M.; DI VITA, G.; MONACO, L. 2016. **Exploring environmental consciousness and consumer preferences for organic wines without sulfites**. *J Clean Prod.* 120: 64-71.

10. ESTEVE-ZARZOSO, E.; BELLOCH, C.; URUBURU, F.; QUEROL, A. 1999. **Identification of yeasts by RFLP analysis of the 5.8S rRNA gene and the two ribosomal internal transcribed spacers.** *Int J Syst Bacteriol.* 49: 329-337.
11. EUROPEAN COMMISSION, 2016. **Facts and figures on organic agriculture in the European Union.** *Agric. and Rural Dev. Eur. Comm.* 31-34.
12. FERNÁNDEZ CALVIÑO, D. 2008. **Presencia, distribución y dinámica de Cu en suelos de Viñedo. Tesis Doctoral.** Facultad de Ciencias de Ourense. Universidad de Vigo.
13. FERNÁNDEZ-CALVIÑO, D.; NÓVOA-MUÑOZ, J.C.; DÍAZ-RAVIÑA, M.; ARIAS-ESTÉVEZ, M. 2009. **Copper accumulation and fractionation in vineyard soils from temperate humid zone (NW Iberian Peninsula).** *Geoderma* 153:119-129.
14. MAPAMA. 2017. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Operaciones Estadísticas del Plan Estadístico Nacional. Anuario de Estadística 2017.
15. OIV. International Organization of Wine. 2018. **Compendium of international methods of wine and must analysis.** Vol. 1 y 2. Paris. <http://www.oiv.int>.
16. PÉREZ-MAYÁN, L.; RODRÍGUEZ, I.; RAMIL, M.; CELA, R. 2018. **Multiresidue extraction and determination of fungicides and insecticides in vineyard soils.** ISEAC-40 International Conference on Environmental and Food Monitoring, Santiago de Compostela, 19-22 June 2018.
17. PROVOST, C.; PEDNEAULT, K. 2016. **The organic vineyard as a balanced ecosystem: Improved organic grape management and impacts on wine quality.** *Sci Hortic.* 208: 43-56.
18. QUEROL, A.; BARRIO, E.; HUERTA, T.; RAMÓN, D. 1992. **Molecular Monitoring of Wine Fermentations Conducted by Active Dry Yeast Strains.** *Appl Environ Microbiol.* 58: 2948-2953
19. WILLER, H.; LERNOUD, J. 2017. **The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends.** FiBL & IFOAM – Organics International. Frick and Bonn. 78: 118-119.

6. Agradecimientos

Este estudio está financiado con fondos propios de la Consellería do Medio Rural - Xunta de Galicia procedentes del FEADER (75%), del Ministerio de Agricultura e Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2,5%) y de la Comunidade Autónoma de Galicia (22,5%).

Selección final de cruces de Monastrell por su composición fenólica. Años 1997 a 2017

José Ignacio Fernández Fernández, M^a Rocío Gil Muñoz, Juan Antonio Bleda Sánchez, Celia Martínez-Mora, Juan Corredor Cano, Ana Cebrián Pérez, David Martínez Balsas, José Cayetano Gómez Martínez, José Antonio Martínez Jiménez, M^a Gertrudis García Pérez, M^a Severa Palencia Sigüenza, Juan Carlos Carcelén Cutillas, Juan García Martínez, Santos Fernández García, Ana María Fuentes-Denia, Isidro Hita Gambín, Eliseo Salmerón Gómez, Carlos Ventura Padilla, Adrián Martínez Cutillas, Leonor Ruiz-García

IMIDA, Avenida de la Asunción nº 24, 30520 Jumilla (Murcia), 968757580, josei.fernandez@carm.es

Resumen

El Departamento de Viticultura y Enología del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, ha desarrollado desde el año 1997 un programa de mejora de la variedad Monastrell basado en cruzamientos con otras variedades como Tempranillo, Verdejo, Barbera, Syrah y Cabernet Sauvignon. El objetivo inicial fue la obtención de vides con un alto contenido polifenólico que estuvieran adaptadas a las condiciones climáticas de la zona. La parcela está situada en el término municipal de Cehegín (Murcia), Monastrell se ha utilizado como madre y las otras variedades como padres. En una primera fase de estudio se analiza la calidad de la uva y se seleccionan 44 cruces tintos y 12 blancos. Se plantan veinte cepas de cada cruce y se elaboran sus vinos. En una segunda fase de estudio, se elaboran los vinos y se analizan para realizar la selección final. Como resultado de esta selección, concluida en la campaña del 2017, se ha comenzado el registro de cinco variedades tintas y una blanca. Las variedades tintas cumplen ampliamente con las expectativas iniciales de concentración, adaptación a la zona y los vinos resultantes responden a un perfil mediterráneo.

1. Introducción

El Equipo de Viticultura y Enología del IMIDA y el Equipo de Mejora Genética Molecular, antes Departamento de Viticultura y Enología, vienen realizando un programa de mejora de la variedad Monastrell basado en cruzamientos con otras variedades. El objetivo inicial fue obtener variedades adaptadas a zonas cálidas, con una composición fenólica elevada y un perfil mediterráneo. Durante los años de desarrollo de estos cruzamientos, han aparecido cruces con cualidades que han originado dos líneas nuevas de seguimiento: variedades blancas y variedades tintas capaces de producir vinos con baja graduación alcohólica. En la Figura 1 podemos ver todos los análisis realizados a lo largo de los años. En total se han realizado 3211 análisis a cruces tintos, 1147 a cruces blancos y 911 a cruces dobles. Estos últimos se han enfocado en la búsqueda de cruces capaces de producir vinos de baja graduación.

Las plantaciones de cruces seleccionados en la fase uno comenzaron en 2003, diez cruces tintos, y se ha prolongado hasta el año 2013, donde se plantaron seis cruces tintos y cinco blancos. Este último año ya se eligieron algunos cruces candidatos a bajo grado alcohólico. La última selección, de la fase uno, se hizo en 2017, cuando se seleccionaron cinco cruces dobles por ser candidatos a bajo grado. La fase dos de selección de cruces tintos por su composición fenólica y la selección de cruces blancos ha finalizado, pero la selección final de estos cinco cruces por baja graduación alcohólica está por realizar, ya que se plantó en 2018 y hay que evaluar sus vinos (2021 - 2023).

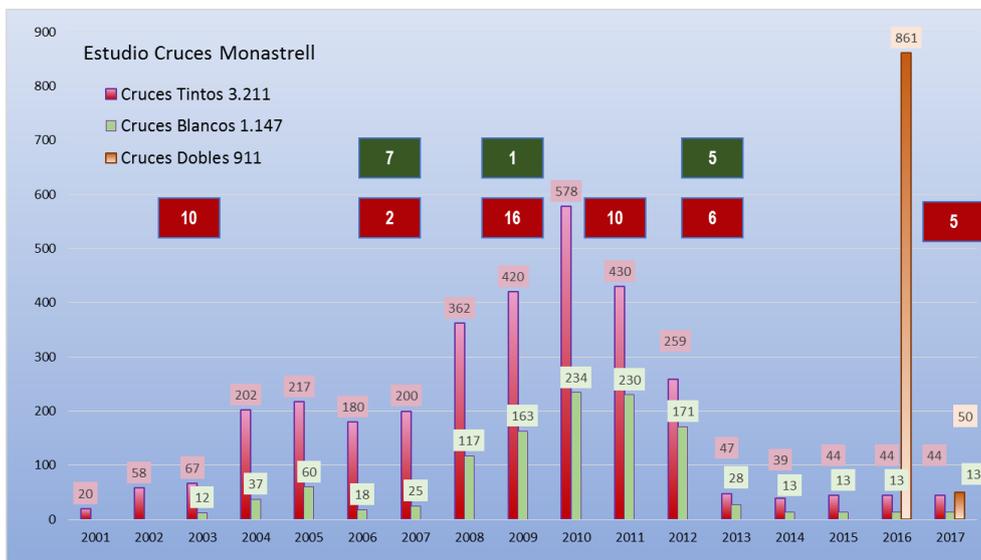


Fig. 1. Cruces estudiados Fase 1.

2. Material y Métodos

Partimos de 1591 cruces obtenidos en la Finca Hacienda Nueva situada en el término municipal de Cehegín (Murcia). Es la zona más cálida de la DOP Bullas y se vendimia al mismo tiempo que en la zona más cálida de la DOP Jumilla. En la fase uno de selección, la semilla procedente de la uva, se planta en espaldera a un marco de 0,5 m x 3 m. y se analiza la composición fenólica de la uva. A estos cruces hay que añadir 2364 plantados en 2013. Los criterios de selección en esta primera fase tienen en cuenta los valores de antocianos totales y polifenoles totales de la uva. Optamos por aquellos cruces con valores de antocianos y polifenoles superiores a la media, en los dos casos. A partir de ahí se añade el criterio de pH. Los resultados corresponden a una vid obtenida de una semilla, no injertada sobre un patrón.

En la fase dos, partimos de una preselección 44 cruces tintos y 13 blancos. Se injertan veinte cepas sobre R110, se plantan en espaldera a un marco de 1,25m x 3m. El riego es deficitario, pero se continúa regando siempre que las condiciones climáticas lo exigen, incluso en la época de vendimia. Sólo recordar que algunos años se ha comenzado la vendimia el 10 de agosto y es necesario el riego para evitar que la uva se deshidrate. Se analiza la composición fenólica de la uva tinta y de su vino, y la selección final se realiza por la composición fenólica del vino. Los criterios de selección en esta segunda fase corresponden a la composición del vino y optamos por aquellos cruces con valores superiores a la media en el índice de polifenoles totales y de intensidad de color. A estos criterios se añaden los del valor del pH del mosto, obtenido en el depósito después de un día de maceración, la producción por cepa y la época de vendimia, ya que se busca una distribución en el tiempo de los cruces seleccionados.

Para el estudio de calidad de uvas tintas, empleamos métodos que van evolucionando con los años y que determinan la composición fenólica: Lamadon (1995), Extractabilidad. (1998) y Osvaldo (2012). Estos estudios de calidad en uvas, unidos a las elaboraciones de sus correspondientes vinos, durante las cosechas de 2006, 2007 y 2008 nos ha permitido establecer correlaciones entre la composición fenólica del vino y la de la uva (Vila 2008 y 2009, Fernández 2013, 2014 y 2017). Como resumen, propusimos una tabla de grupos de calidad en vinos (Tabla 1) y la asociamos a la composición de la uva (Tabla 2). En paréntesis están los casos que cumplen la condición. En las tablas no figura el método de Osvaldo por ser posterior.

Tabla 1. Grupos de calidad en vinos establecidos por su composición fenólica. IPT, índice de polifenoles totales.

IPT en vinos		Intensidad Color en vinos		Calidad general en vinos	
0 (24)	< 30	0 (14)	< 7	0 (14)	Se cumplen las dos condiciones
1 (103)	34 - 45	1 (104)	8 - 12	1 (73)	Se cumplen las dos condiciones
2 (103)	50 - 60	2 (65)	15 - 20	2 (45)	Se cumplen las dos condiciones
3 (21)	70 - 85	3 (43)	22 - 28	3 (5)	Se cumplen las dos condiciones
4 (16)	> 90	4 (42)	> 30	4 (16)	Se cumplen las dos condiciones

Tabla 2. Grupos calidad en uvas establecidos por su composición fenólica. CFT, compuestos fenólicos totales; IPT, índice de polifenoles totales.

Grupo de calidad	Lamadon (g/Kg uva)		Extractabilidad			Triturado directo	
	CFT	Antocianos	IPT _{pH3,6}	Antocianos _{pH3,6} (mg/L)	Antocianos _{pH1} (mg/L)	IPT	Antocianos (mg/L)
0	4,0 - 4,8	0,43 - 0,55	40 - 47	326 - 421	475 - 642	31,8 - 37,4	146 - 194
1	4,7 - 5,0	0,68 - 0,73	39 - 42	447 - 487	828 - 898	28,6 - 30,9	202 - 222
2	5,8 - 6,3	0,86 - 0,90	59 - 63	607 - 660	1100 - 1210	31,7 - 34,8	200 - 227
3	7,6 - 8,8	1,26 - 1,46	72 - 83	840 - 1000	1450 - 1740	33,7 - 43,0	281 - 362
4	11,2 - 11,8	1,82 - 1,93	114 - 120	1350 - 1440	2250 - 2410	62,7 - 68,0	499 - 545

A partir de la tabla 2, se desarrolló un método para la selección basada en los resultados obtenidos del triturado directo de la uva. Empleamos como criterios los valores superiores obtenidos para el grupo tres de calidad en uvas: IPT_{DIRECTO} >43 y antocianos > 362. Este método nos permite realizar una gran cantidad de análisis, así en el año 2016, de los 861 analizados, realizamos una preselección de 100 cruces dobles, plantados en 2013. En 2017 se analizaron 50 por el método Osvaldo y se preseleccionaron cinco, para la selección final de la fase dos.

3. Resultados

Siempre hay dudas del comportamiento del cruce una vez injertado, fase dos, que no tiene porqué ser igual al de la semilla plantada, fase uno. El análisis de los datos que tenemos nos lleva a la conclusión que la mayor diferencia se encuentra para el contenido en antocianos, a favor del cruce una vez injertado. Hay una disminución de los compuestos fenólicos totales y una menor variación en el tamaño del grano de la uva. La Figura 2 muestra los valores medios obtenidos para cruces en la fase uno, años 2010 a 2013 y en la fase dos (EB), años 2015 a 2017. Esta comparación hace referencia al método Osvaldo. Ocurre lo mismo para los otros métodos empleados, Lamadon y Extractabilidad. En la Tabla 3 podemos ver los valores medios obtenidos para los años 2003 a 2008 en la fase uno y entre los años 2006 a 2012 para la fase dos. Podemos decir que aunque los valores obtenidos en la fase uno sean diferentes a los obtenidos en la fase dos, el método es adecuado para la selección.

Las tablas 4 y 5 muestran los valores medios de los 44 cruces tintos seleccionados en la fase uno, de la composición fenólica de la uva y el vino (años 2012 a 2017). Una mayor composición fenólica de la uva no tiene por qué corresponder a una mayor composición fenólica del vino. Las épocas de vendimia se clasifican como: 1, última semana de agosto; 2, primera

semana de septiembre; 3, segunda semana de septiembre; 4, tercera semana de septiembre; 5, última semana de septiembre. En la Tabla 6 se muestran las relaciones entre la composición fenólica de la uva y el vino para los cruces seleccionados.

Tabla 3. Datos medios de la uva en las fases uno y dos. Métodos Lamadon y Extractabilidad. E, extraídos; T, totales; CFT, compuestos fenólicos totales.

Cruce	Peso100 granos	Extractabilidad (mg/L)			Lamadon (g/Kg uva)	
		Antocianos E	Antocianos T	Polifenoles E	CFT	Antocianos
MxCS-16-fase1	92	671	1134	75	8,7	1,0
MxCS-16-fase2	90	1523	2544	100	10,1	2,1
MxCS-19-fase1	89	801	1317	72	9,1	1,4
MxCS-19-fase2	106	1053	2270	72	8,1	1,7
MxCS-38-fase1	97	679	1152	90	11,4	1,3
MxCS-38-fase2	82	1256	2290	94	10,4	2,0
MxCS-49-fase1	88	901	1443	94	10,0	1,4
MxCS-49-fase2	100	1335	2396	121	12,4	1,9
MxCS-56-fase1	131	1019	1817	65	7,6	1,3
MxCS-56-fase2	88	1057	1989	82	8,0	1,5
MxCS-59-fase1	94	870	1487	79	8,5	1,3
MxCS-59-fase2	115	1163	2458	93	9,2	1,6
MxCS-72-fase1	74	858	1436	85	12,4	1,5
MxCS-72-fase2	84	1102	1696	105	11,2	1,6
MxCS-80-fase1	82	884	1283	94	9,9	1,4
MxCS-80-fase2	110	1158	2176	120	13,3	1,5

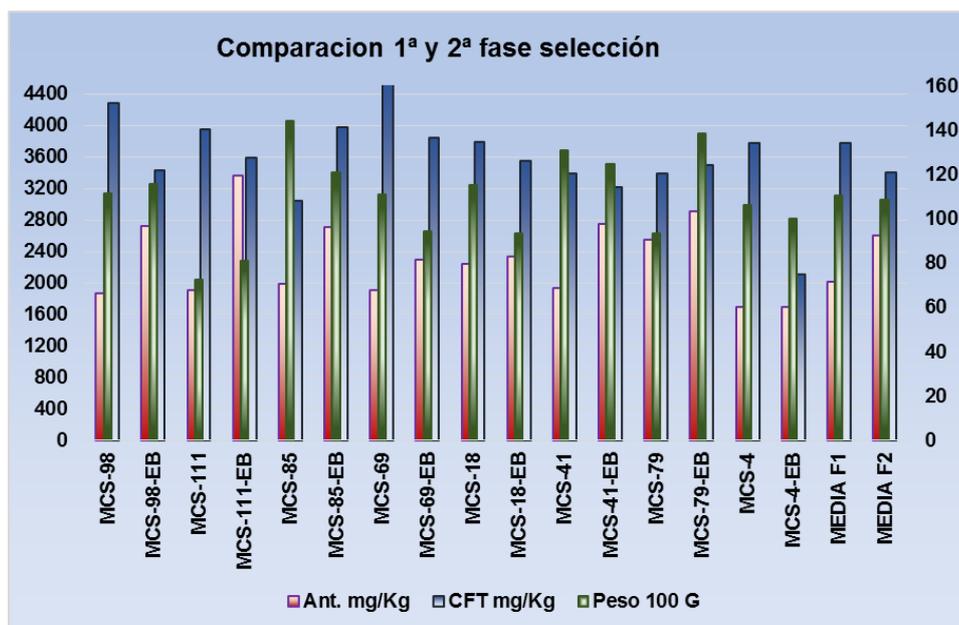


Fig. 2. Composición media de la uva en la fase uno y la fase dos (EB). Método Osvaldo.

Tabla 4. Datos medios de la composición de la uva por el método Osvaldo (2012), CFT, compuestos fenólicos totales.

Cruce	Años	Peso _{100granos}	Antocianos _{mg/Kg}	CFTPiel _{mg/Kg}	CFTPepita _{mg/Kg}	%CFTpiel	Época _{Vendimia}
MSY-10	14-18	110	3542	3370	434	88,7	1
MSY-34	13-18	116	2717	3036	298	90,9	1
MSY-38P12	16-17	101	2882	2921	394	88,2	1
MSY-47	14-17	95	2470	2745	326	89,5	1
MSY-11P12	14-17	137	3008	2728	228	92,2	1
MSY-228	14-17	81	2744	2610	268	90,6	1
MCS-72	12-17	91	2223	2525	1024	73,2	1
MSY-160	14-17	141	1123	1630	243	87,5	1
MCS-18	16-18	95	2280	2891	642	82,2	2
MCS-94	14-18	113	2598	2875	546	84,9	2
MCS-49	12-17	108	2584	3084	1175	75,1	2
MCS-69	16-17	94	2337	2893	656	82	2
MSY-11P52	13-17	132	3082	2815	220	92,8	2
MCS-84	12-17	94	2644	2666	587	82,4	2
MB-77	14-17	103	2128	2614	479	84,7	2
MSY-38P52	14-17	110	2777	2609	313	89,3	2
MSY-224	13-17	100	2990	2568	263	90,5	2
MB-28	14-17	134	2127	2558	315	88,9	2
MSY-124	14-17	105	2065	2509	445	85,1	2
MSY-266	13-17	97	2348	2475	669	78,8	2
MCS-90	12-17	106	2027	2236	650	79,7	2
MB-7	14-17	159	1732	1877	995	65,5	2
MSY-104	12-18	137	2796	3166	230	93,1	3
MCS-59	12-17	120	2643	3119	755	80,4	3
MCS-16	12-17	97	2948	3097	751	82,5	3
MCS-41	16-17	116	2718	2978	448	87,5	3
MCS-111	14-18	79	3313	2857	766	79,1	3
MSY-49	14-17	127	3191	2858	611	82,9	3
MCS-98	14-18	126	2711	2699	341	88,9	3
MSY-244	13-17	92	2093	2797	376	88,3	3
MCS-38	12-17	87	2585	2726	791	79,6	3
MCS-56	12-17	98	2264	2555	337	88,6	3
MCS-19	12-17	110	2713	2524	629	81,6	3
MCS-79	16-17	98	2469	2360	509	82,8	3
TCS-84	16-17	118	2265	2251	359	86,2	3
MCS-23	13-17	116	2256	2246	821	74,4	3
MB-54	14-17	104	1573	2104	451	82,6	3
MCS-57	13-17	183	1763	1942	154	92,8	3
MCS-12	14-17	129	1518	1807	473	80	3
MB-26	14-17	123	1153	1606	983	63,2	3
MCS-80	12-18	120	2706	3138	758	80,8	4
MCS-85	14-18	109	2418	2434	355	86,9	4
MCS-89	13-17	145	1367	1752	504	78,2	4
MCS-4	16-18	99	1744	1866	227	89,1	5
Media		113	2401	2571	518	83,9	
Media _{registrados}		113	2810	3024	544	85,1	

Tabla 5. Datos medios de los vinos obtenidos. IPT, índice de polifenoles totales.

Cruce	Años	Antocianos	IPT	Intensidad Color	Kilos/Cepa	Baumé _{inicial}	pH _{inicial}	Época _{vendimia}
MSY-10	15-18	1831	99,9	61,9	1,85	13,8	3,60	1
MSY-11P12	15-17	1320	83,2	41,6	0,93	13,6	4,00	1
MSY-34	13-18	1317	85,8	38,0	1,75	14,6	3,85	1
MSY-38P12	15-17	1195	73,2	36,2	2,65	13,8	3,93	1
MSY-228	13-15	1337	68,4	34,6	2,48	14,0	3,92	1
MSY-47	13-17	1187	77,6	34,3	1,98	13,6	3,90	1
MCS-72	10-15	1060	66,2	29,9	2,08	15,0	4,09	1
MSY-160	15-17	600	51,4	15,9	1,72	14,1	3,84	1
MCS-94	15-18	1410	80,5	45,1	2,66	14,2	3,79	2
MSY-11P52	13-17	1430	81,6	46,0	1,26	13,7	4,07	2
MCS-18	15-18	1485	78,6	42,4	2,44	13,9	3,59	2
MSY-38P52	13-17	1260	70,5	37,3	2,59	13,8	3,99	2
MCS-69	15-17	1039	80,2	35,9	2,11	13,8	3,71	2
MSY-224	13-15	1322	68,2	33,0	2,27	13,8	4,03	2
MCS-84	10-15	1261	69,0	31,5	2,94	14,0	4,03	2
MCS-49	10-17	1159	86,6	30,4	3,09	14,1	3,74	2
MSY-124	15-17	1050	75,3	29,2	2,54	14,1	3,69	2
MSY-266	13-17	1030	72,6	28,6	1,30	13,5	4,01	2
MB-77	15-17	929	66,4	27,8	2,57	13,0	3,67	2
MB-28	13-15	917	69,8	25,5	3,66	14,0	3,89	2
MB-7	13-15	805	59,0	23,7	4,19	13,6	3,48	2
MCS-90	10-15	1039	66,1	22,6	2,71	14,5	4,20	2
MCS-79	15-17	1453	78,4	46,3	1,75	13,5	3,86	3
MCS-111	15-18	1568	87,7	44,3	2,83	14,2	3,97	3
MSY-104	10-18	1521	78,9	42,4	3,29	13,4	3,99	3
MCS-98	15-18	1573	91,5	41,6	2,71	14,0	3,98	3
MCS-59	10-17	1345	81,5	41,0	1,98	13,5	3,71	3
MCS-41	15-17	1371	77,0	39,1	3,19	14,3	3,94	3
MCS-16	10-17	1386	79,3	34,0	3,69	14,2	3,95	3
TCS-84	15-17	1132	70,5	33,6	2,59	14,1	3,83	3
MSY-49	10-15	1365	74,5	32,7	2,06	14,3	3,99	3
MCS-23	13-15	1122	68,4	31,8	2,44	14,0	3,77	3
MSY-244	13-15	1016	64,3	31,6	3,59	13,0	4,11	3
MCS-57	13-15	1114	57,2	31,6	2,63	13,2	3,95	3
MCS-38	10-15	1264	67,9	31,3	2,98	14,1	3,78	3
MCS-19	10-15	1155	59,8	28,8	4,08	13,7	3,80	3
MCS-56	10-15	1077	66,6	28,2	2,37	14,1	4,14	3
MB-54	13-15	968	64,8	26,3	3,84	12,7	3,94	3
MCS-12	13-15	698	49,5	20,9	2,26	14,4	4,00	3
MB-26	13-15	555	56,3	17,8	3,84	12,5	3,67	3
MCS-85	15-18	1543	79,4	44,7	1,88	13,4	3,82	4
MCS-80	10-18	1469	91,1	42,6	1,78	13,2	3,75	4
MCS-89	15-17	635	46,4	19,4	2,70	12,5	3,87	4
MCS-4	15-18	649	47,4	19,6	2,12	12,3	3,82	5
Media	10-17	1193	72,6	34,0	2,56	13,8	3,88	
Media registrados		1590	90,3	47,1	2,20	13,7	3,73	

Tabla 6. Relación entre la composición fenólica de la uva y el vino en los cruces seleccionados. IPT, índice de polifenoles totales; Int. Color, intensidad de color.

		Monastrell por Cabernet Sauvignon							Monastrell por Syrah		
		111	18	80	85	94	98	4	10	104	34
Relación Uva / Vino	Antocianos ⁽¹⁾	2,1	1,5	1,8	1,5	2,0	1,7	2,8	2,1	1,9	2,2
	IntColor ⁽²⁾	73,6	53,2	63,5	48,9	59,3	64,4	86,5	58,3	67,8	73,7
	Polifenoles ⁽³⁾	41,1	48,8	43,5	34,9	47,0	34,0	43,4	39,6	44,6	40,3
Composición Vino	Antocianos	1585	1507	1473	1521	1371	1579	598	1762	1523	1287
	Int. Color	45,7	43,0	42,7	45,6	46,2	42,6	19,5	62,3	43,0	37,6
	IPT	87,3	78,7	91,2	78,8	79,9	94,5	48,5	99,8	78,4	83,5
Composición Uva(mg/Kg)	Antocianos	3364	2289	2708	2231	2740	2743	1687	3629	2913	2774
	Polifenoles	3590	3841	3970	2748	3753	3215	2106	3950	3497	3366

(1) Antocianos Osvlado mg/Kg de uva / Antocianos vino mg/L

(2) Antocianos Osvlado mg/Kg de uva / Intensidad de Color del vino

(3) Polifenoles Piel-pepita Osvlado mg/Kg de uva / Índice Polifenoles Totales del vino

En el año 2017 se comenzó el registro de nuevas variedades para los cruces MS-10, MC-98 y MC-80. El año 2018 se comenzó el registro para MC-18 y MC-4 (bajo grado alcohólico). Las características organolépticas de los vinos se diferencian más entre tipo de cruce que entre los cruces de una misma familia, estando influenciado también por el nivel de maduración con que se vendimian. Los cruces tintos de MxSY resultan con aromas florales y frutales, los cruces tintos de MxCS son especiados y los cruces tintos de MxB resultan minerales.

En cuanto a los cruces blancos, en la tabla 7 se muestran los datos medios de producción y la analítica obtenida del mosto antes del desfangado, en la fase dos.

Tabla 7. Datos medios de producción y análisis inicial del mosto.

Cruce	años	Kilos/Cepa	Brix	Baumé	Ac.Total	pH	Tartárico	Málico
<u>MCS-69</u>	15-16-17	2,69	21,23	11,88	6,76	3,45	4,75	3,68
MCS-180	15-16-17	3,27	20,27	11,35	4,82	3,55	5,80	2,67
MCS-9	15-16-17	2,03	21,37	11,95	4,15	3,67	5,20	1,67
MCS-10	15-16-17	2,03	21,10	11,81	5,06	3,35	5,71	1,21
MSY-30	15-16-17	1,65	22,57	12,64	5,34	3,47	6,66	2,19
MSY-82	15-16-17	2,04	21,63	12,10	5,02	3,44	5,54	1,74
MSY-33	15-16-17	2,29	20,03	11,22	4,56	3,52	5,36	1,56
MT-19	15-16-17	3,45	21,10	11,81	6,22	3,41	5,80	2,44
<u>MT-103</u>	15-16-17	3,31	21,50	12,03	6,25	3,36	6,29	2,26
MV-67	15-16-17	1,61	20,57	11,51	6,07	3,48	6,47	3,20
MV-11	15-16-17	3,61	19,77	11,07	5,00	3,49	4,33	3,04
MV-7	16-17	0,70	20,60	11,54	5,87	3,42	6,40	2,72
Medias		2,39	20,98	11,74	5,43	3,47	5,69	2,37

Los cruces blancos de MxSY son frutales, los cruces blancos de MxCS son especiados y florales, mientras que los cruces blancos de MxT resultan frutuosos y florales. El año 2017 se comenzó el registro del cruce MC-180, y este año se registrará uno nuevo, el MC-69 o el MT-103. Los cruces blancos de MxV-69 y MxV-7 son los que mejor características organolépticas

presentan en la cata de uva, con un sabor especiado intenso (hierbabuena), sin embargo tienen problemas de producción, por corrimiento de la flor.

4. Conclusiones

Se están registrando como nuevas variedades cinco cruces tintos y uno blanco. Los nombres elegidos están relacionados con la Región de Murcia, Myrtia (MS-10), Quípar (MC-18), Gebas (MC-98), Calnegre (MC-80), Carmolí (MC-4) y Calblanque (MC-180). Además hemos seleccionado otros cinco cruces tintos (MS-34, MC-94, MC-111 y MS-104) y dos blancos (MC-69 y MT-103) para su seguimiento. Los cruces seleccionados se seguirán controlando en la finca del IMIDA del Chaparral y se han establecido convenios de cesión de material vegetal con bodegas y agricultores de la Región de Murcia con el fin de seguir el comportamiento de estos cruces seleccionados en otras condiciones diferentes a la zona de selección.

5. Bibliografía

- LAMADON, F. 1995. **Protocole pour l'évaluation de la richesse polyphénolique des raisins.** Revue des Œnologues n° 76, 37-42.
- FAILLA, O. 2012. **Phenotyping trial 2012. Protocols for phenotyping berry enological traits.**
- FERNÁNDEZ, J.I. y col. 2013. **Selección de híbridos de Monastrell por su contenido en compuestos fenólicos. Campañas 2010, 2011 y 2012.** 28ª Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. 16 y 17 de abril de 2013. Murcia. ISBN 978-84-491-1382-6.
- FERNÁNDEZ, J.I. y col. 2014. **Criterio de selección de cruces de Monastrell basados en análisis rápidos.** 29ª Reunión Grupo Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. 311-322. La Rioja 6-7 Mayo. ISBN 978-84-491-0022-2
- FERNÁNDEZ, J.I. y col. 2017. **Selección de cruces de Monastrell por método rápidos.** Cosecha 2016. 32ª Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. 19 y 20 de abril de 2017. Valladolid.
- SAINT-CRISQ N.; VIVAS N.; GLORIES Y. 1998. **Maturité phénolique: définition et contrôle.** *Revue Française d'Œnologie. Nov-Dic.*
- VILA, R. y col. 2008. **Clasificación de la uva por su concentración en compuestos fenólicos en la Región de Murcia. Vendimias 2006 y 2007.** 23ª Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología; 28 y 29 de mayo de 2008. Aragón. ISBN 978-84-491-0965-2
- VILA, R. y col. 2009. **Relación entre la composición de la uva y del vino en uvas de las cosechas 2006, 2007 y 2008 en la Región de Murcia.** 24ª Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología; 5 y 6 de mayo de 2009. Madrid. ISBN 978-84-491-1020-7

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y al 20% por la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM), con los proyectos PO07-008 y FEDER 1420-04

Evaluación de la composición aromática de variedades tintas autóctonas gallegas

Ángela Díaz-Fernández¹, Emilia Díaz-Losada¹, Yolanda Bouzas-Cid¹, Sandra Cortés-Diéguez²

¹Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia-INGACAL. Ponte San Clodio s/n 32428 Leiro–Ourense.

²Laboratorio de Biotecnología Agroalimentaria, CITI-Tecnópole Parque Tecnológico de Galicia, Universidad de Vigo, San Cibrao das Viñas, Ourense, España.

(+34) 988788086 E-mail: emilia.diaz.losada@xunta.es

Resumen

Estudios recientes, mediante marcadores moleculares, muestran la importancia de Caíño Bravo como progenitor de otros cultivares como Caíño Tinto, Caíño Longo y Sousón. Tradicionalmente, dichos cultivares han formado parte de elaboraciones plurivarietales, pero, en los últimos años y buscando la diferenciación y la apertura de nuevos mercados, las bodegas elaboran vinos monovarietales apostando por el empleo de variedades autóctonas. Bajo estas premisas, es necesario llevar a cabo estudios que permitan obtener la caracterización global de las variedades, de manera que se pueda establecer su perfil químico y aromático, identificando los compuestos responsables del aroma y su relación con los parámetros químicos de maduración. Con este planteamiento, en este trabajo se ha llevado a cabo la evaluación de la potencialidad aromática de los cultivares Caíño Bravo, Caíño Tinto, Caíño Longo y Sousón. El objetivo del estudio es, por un lado, determinar si la relación establecida genéticamente puede confirmarse también desde el punto de vista químico y, por otro lado, aportar herramientas a las bodegas en la elaboración de vinos monovarietales.

1. Introducción

El potencial vitivinícola gallego engloba a una treintena de variedades, 14 blancas y 16 tintas. Si de ellas se excluye aquellas que es conocido su origen foráneo, como son Garnacha Tintorera, Gran Negro, Palomino, Tempranillo y Macabeo, las demás se pueden considerar como autóctonas de la región. Desde el punto de vista de la estructura genética de la población de vides gallegas, se diferencian dos grandes grupos, uno de ellos tiene su origen en la variedad Caíño Bravo (Díaz et al 2010, 2011). Caíño bravo está emparentado en primer grado con cuatro variedades tintas (Caíño Longo, Caíño Tinto, Sousón, Castañal) y dos variedades blancas (Caíño Branco y Loureira). Constituye el grupo más típico de Galicia desde el punto de vista genético, y por la acidez que presentan sus mostos podrían ser de gran interés en futuras elaboraciones para paliar el efecto que el cambio climático puede acarrear en variedades ampliamente distribuidas, como es el caso de Mencía o Tempranillo. Sin embargo, son variedades minoritarias en cuanto a superficie de cultivo (Díaz et al 2010), y muy poco estudiadas desde el punto de vista enológico. Los estudios existentes sobre dichos cultivares hacen referencia, principalmente, a la composición química y aromática del vino (Cortés-Diéguez et al., 2013; Vilanova et al., 2008). Se conoce muy poco sobre la potencialidad enológica de las correspondientes uvas.

En el año 2013, en el marco del Programa de Desarrollo Rural, se inició un proyecto de puesta en valor de las variedades de cultivo tradicional de Galicia. Las campañas 2015 y 2016 se centraron en el estudio de la composición aromática de las uvas, de cara a proporcionar al enólogo información que puede ser de utilidad a la hora de orientar la elaboración. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos del análisis de las uvas de las variedades Caíño Tinto, Caíño Longo, Caíño Bravo y Sousón.

Las zonas de cultivo de estas variedades se circunscriben fundamentalmente a las Denominaciones de Origen de Rías Baixas y Ribeiro, si bien a día de hoy están amparadas como variedades autorizadas para la elaboración de vinos en todas las denominaciones de origen gallegas. Todas ellas son variedades de ciclo largo y maduración tardía. Si se comparan con la variedad mayoritaria utilizada en la producción de vinos tintos gallegos, Mencía, la mayoría de ellas presentan producciones medias o bajas, a excepción de Caíño Longo, que posee racimos de gran tamaño dando lugar a producciones altas. Producen vinos con elevada acidez y necesitan a excepción del cultivar Sousón una sobremaduración de las uvas para alcanzar la maduración fenólica. Determinar o conocer las características de las uvas es fundamental para mejorar las posteriores elaboraciones.

2. Material y Métodos

Material vegetal

Las uvas tintas de las variedades Caíño Tinto, Caíño Longo, Caíño Bravo y Sousón estudiadas se encuentran conservadas en el Banco de Germoplasma de la Vid de la finca experimental de la Estación de Viticultura y Enología de Galicia (EVEGA) situada en Leiro-Ourense-Galicia. Dichas variedades se encuentran cultivadas sobre el mismo portainjertos 196-17C (Vinifera x Rupestris x Verlandieri), conducidas en espaldera, con una densidad de plantación de 1,2 x 1,8 m con formación en cordón Royat, y poda a pulgares de una o dos yemas vista (media de 12 yemas por planta). La orientación de las filas en la parcela es de Este-Oeste.

La recogida de las muestras de uva se llevó a cabo manualmente, fijándose la fecha de vendimia en función del contenido en azúcar, de la acidez, del estado sanitario de la uva y de la maduración fenólica, tras un seguimiento del proceso de maduración, llevado a cabo durante varios muestreos semanales efectuados desde el envero. 100 bayas de cada variedad y, por duplicado, se congelaron inmediatamente para la posterior determinación de los compuestos aromáticos varietales. Con el resto de uva recogida se elaboró un mosto para la determinación de los parámetros analíticos básicos: pH, grado probable, ácido málico, ácido tartárico y acidez total.

Metodología analítica

Parámetros Clásicos

Para el control de maduración de cada una de las variedades, se llevaron a cabo nuestros semanales, desde el envero y hasta fecha de vendimia, determinando en mosto, grado alcohólico probable (°Brix), pH y acidez total por FTIR (Infrarrojo con transformada de Fourier) empleando un autoanalizador (OENOFOSSTM, FOSS), previamente calibrado según parámetros y concentraciones establecidas por la OIV (OIV, 2009). El contenido en ácido málico y tartárico se evaluó por análisis enzimático en un autoanalizador (LISA 200, HYCEL DIAGNOSTICS),

previamente calibrado con disoluciones estándar de cada uno de los ácidos en un rango de concentración entre 1-4 g/L

Determinación de compuestos aromáticos varietales (CG-MS)

La fracción libre del aroma y el contenido en precursores aromáticos en uvas de Caíño Tinto, Caíño Longo, Caíño Bravo y Sousón se llevó a cabo mediante extracción en fase sólida siguiendo el método propuesto por Diéguez et al. (2003) con algunas modificaciones.

La identificación de los compuestos volátiles se llevó a cabo por comparación de su espectro de masas y su tiempo de retención con el del compuesto puro o con el correspondiente espectro de la librería Willey. Todos los compuestos fueron cuantificados respecto al 3-octanol, utilizado como patrón interno.

Tratamiento Estadístico

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos se llevó a cabo aplicando el programa XLstat-Pro (Addinsoft).

3. Resultados

Parámetros clásicos

En la **Tabla 1** se muestran los resultados obtenidos para los parámetros físico-químicos determinados (valor medio y análisis de la varianza) en fecha de vendimia, en las muestras de mosto de las variedades tintas estudiadas.

Tabla 1. Valor medio y ANOVA de los parámetros de maduración en los cultivares Caíño Bravo, Caíño Tinto, Caíño Longo y Sousón, en fecha de vendimia

	acidez total	ácido málico	ácido tartárico	azúcares totales	pH
Sousón	6.8	3.6	4.9	197.6	3.37
Caíño Bravo	7.2	5.4	4.1	176.1	3.46
Caíño Longo	7.9	5.1	6.2	193.0	3.30
Caíño Tinto	5.8	5.3	4.8	177.2	3.40
Sig ($p \leq 0.05$)	*	*	*	*	*

Los resultados de la **Tabla 1** muestran que existen diferencias significativas para todos los cultivares en todos los parámetros evaluados en fecha de vendimia. Las únicas similitudes que se han podido establecer son entre el Caíño Bravo y el Caíño Tinto, en cuanto al contenido en ácido málico y azúcares totales, que no presentaron diferencias significativas en las uvas de ambos cultivares. Sin embargo, las diferencias en lo que respecta al contenido en acidez total, 7.2 y 5.8 g/L, respectivamente, indican una notable variación en cuanto al grado de maduración de la uva,

pudiendo retrasar la recogida en el caso de la uva de Caíño Bravo, a fin de obtener un mosto más equilibrado, mayor contenido en azúcares y menor acidez.

Es la uva de Sousón la que alcanza en fecha de vendimia un mayor contenido en azúcares totales (197.6 g/L), seguida de Caíño Longo (193 g/L), sin embargo, se aprecia una composición más equilibrada en Sousón, por un menor contenido en acidez total y ácido málico.

A priori, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos para la maduración tecnológica, es la uva de la variedad Sousón la que refleja un mayor potencial enológico para la elaboración de vinos tintos monovarietales.

Aroma varietal

Se han identificado un importante número de compuestos aromáticos varietales en las uvas de los cuatro cultivares estudiados. Es a la variedad Caíño Longo a la que contribuyen un mayor número de compuestos volátiles 74, frente a los 55 de la variedad Caíño Bravo que, a priori, es la de menor aromaticidad. Existen diferencias significativas entre los compuestos volátiles que definen el perfil de cada variedad, tanto en presencia como en concentración, siendo muy pocos los que se encuentran presentes en las cuatro variedades.

En la **Fig.1** se muestra el contenido total de compuestos volátiles, en forma libre y precursores, de las cuatro variedades estudiadas. La relación formas libres precursores es 1/9 para las 4 variedades, lo que indica la importancia de revelar los compuestos que se encuentran en forma ligada para incrementar el aroma de los vinos correspondientes.

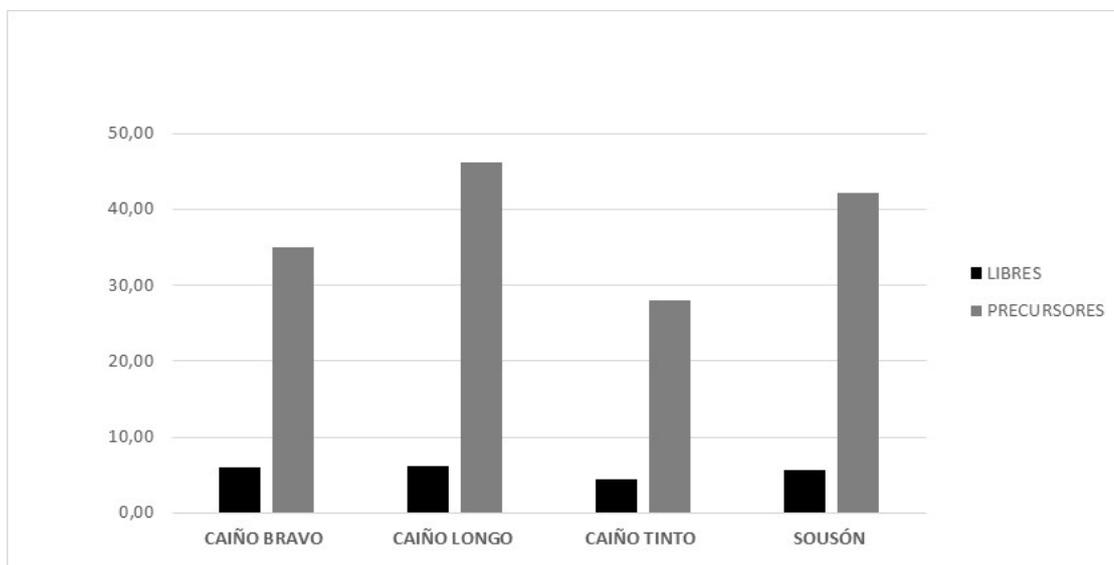


Fig. 1. Contenido total de compuestos volátiles en los cuatro cultivares

Para una mejor discusión de los resultados obtenidos, los compuestos identificados se han agrupado en 9 familias: alcoholes terpénicos, óxidos y dioles terpénicos, monoterpenos, compuestos en C₆, compuestos en C₉, ácidos, alcoholes, ésteres y otros. Dentro del grupo otros se incluyen aldehídos, fenoles y lactonas, de presencia minoritaria en el perfil aromático de dichos cultivares.

Formas libres

Los compuestos que más importancia tienen en el aroma de las variedades son el grupo de los terpenos, por sus connotaciones positivas de tipo floral y afrutado (Genisheva y Oliveira, 2009). Sin embargo, tal y como ocurre para la mayoría de variedades de uva estudiadas, son los compuestos en C₆ los que más contribuyen al aroma en forma libre, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo **Tabla 2**. Estos compuestos aportan notas vegetales y herbáceas pero su connotación negativa depende de la concentración en la que se encuentren presentes (Ibartz et al., 2006).

Tabla 2. Contenido en compuestos volátiles en forma libre

	CAIÑO BRAVO	CAIÑO LONGO	CAIÑO TINTO	SOUSÓN
ALCOHOLES TERPÉNICOS	0.01	0.14	n.d.	n.d.
OXIDOS Y DIOLES TERPÉNICOS	0.02	0.05	0.26	0.02
MONOTERPENOS	1.19	0.84	0.74	0.82
COMPUESTOS EN C6	6.09	17.21	12.57	10.09
COMPUESTOS EN C9	0.04	0.04	0.01	n.d.
ACIDOS	1.07	0.26	0.30	0.51
ALCOHOLES	0.11	0.30	0.03	0.32
OTROS	1.55	3.08	1.24	1.64
ESTERES	0.03	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: no detectado

De las variedades estudiadas, es Caíño Longo la que presenta un mayor contenido en compuestos C₆, principalmente debido a la presencia de hexanal y hexanol, compuestos mayoritarios de este grupo. Es el cultivar Caíño Bravo el que presenta un menor contenido de compuestos de esta familia, lo que, a priori, resulta positivo para el aroma global de la variedad.

Sólo se ha detectado linalol en forma libre en las uvas de Caíño Bravo y Caíño Longo, siendo esta última variedad la que contiene también citronelol, en concentración 5 veces superior a la de linalol, por lo que predominarán las notas cítricas frente a las florales. No se ha detectado citronelol en ninguno de los otros cultivares estudiados. Destaca la presencia de estragol en las uvas de las cuatro variedades, siendo su concentración superior en la uva del cultivar Sousón, contribuyendo con notas anisadas al aroma de la variedad y aportando un nexo común entre las 4.

2-feniletanol, importante en el aroma por aportar notas florales, está presente en la uva de todos los cultivares excepto en Caíño tinto, siendo la uva de Sousón la que contiene mayor contenido de dicho compuesto, junto con la presencia de alcohol bencílico, que no se ha detectado en las otras tres variedades analizadas, en forma libre. Ambos compuestos enriquecen el aroma de dicha variedad con notas de tipo floral. Al aroma en forma libre contribuye también la presencia de benzaldehído y α -metilciclohexanona que se detectaron en las uvas de todos los cultivares excepto en Caíño Bravo.

Formas ligadas

La liberación de los precursores aromáticos ha supuesto una modificación en el perfil aromático de las cuatro variedades **Tabla 3**. No sólo se ha incrementado el número de compuestos que contribuyen al aroma, sino que algunos han aumentado su concentración. Los compuestos C₆ dejan de ser los más abundantes y son la familia de los alcoholes los que predominan en forma ligada, debido, principalmente a la presencia de 2-feniletanol y alcohol bencílico, presentes en las uvas de los 4 cultivares. La relación de concentración entre ambos compuestos es 1:1, excepto para Caíño Longo, donde la concentración de 2-feniletanol duplica la de alcohol bencílico. La principal diferencia en el perfil aromático de las cuatro variedades es la liberación de compuestos con connotaciones positivas, alcoholes terpénicos, monoterpenos y óxidos y dioles terpénicos.

Tabla 3. Contenido en compuestos volátiles en forma ligada

	CAIÑO BRAVO	CAIÑO LONGO	CAIÑO TINTO	SOUSÓN
ALCOHOLES TERPÉNICOS	0.72	1.00	0.51	0.18
OXIDOS Y DIOLES TERPÉNICOS	0.03	0.45	3.22	4.57
MONOTERPENOS	1.35	1.07	1.33	1.91
COMPUESTOS EN C6	7.95	7.75	5.31	13.04
COMPUESTOS EN C9	n.d.	0.78	n.d.	n.d.
ACIDOS	n.d.	3.88	n.d.	n.d.
ALCOHOLES	13.52	17.95	13.26	14.35
OTROS	9.54	10.22	3.68	6.48
ESTERES	1.83	3.04	0.69	1.66

n.d.: no detectado

Destaca la presencia de linalol, citronelol e isómeros del geraniol (α -ciclogeraniol e isogeraniol) en la uva de la variedad Caíño Longo, corroborando los resultados obtenidos en forma libre. Linalol también se detecta como precursor en las uvas de Caíño Tinto y Sousón, mientras que α -terpineol contribuye al aroma de Caíño Bravo y Caíño Tinto. Las uvas de Sousón y Caíño Tinto son las que presentan una mayor presencia de compuestos de la familia de óxidos y dioles terpénicos aunque los contenidos son significativamente superiores en el caso del cultivar Sousón, lo que se reflejará en una mayor aromaticidad del vino, por las connotaciones positivas que estos compuestos tienen para el aroma. Frente a estos cultivares, en la uva de Caíño Bravo solo se ha detectado la presencia de mirtenol. Destaca la presencia de levomentol en las uvas de los otros tres cultivares, reforzando las notas a menta con isomentona y p-mentona en el caso de Caíño Tinto y Sousón. En este último cultivar se ha detectado también p- propil anisol y anetol que contribuirán al perfil de la variedad con notas anisadas. Al aroma floral de Caíño Longo y Sousón contribuyen compuestos como el óxido de linalol.

Dadas las diferencias significativas que existen en la presencia y concentración de compuestos volátiles entre los 4 cultivares, se llevó a cabo, un análisis de componentes principales para contribuir a su clasificación y caracterización. Los resultados se muestran en la **Fig. 2**. De acuerdo con los resultados obtenidos del ACP, las dos primeras componentes, F1 y F2, permiten explicar el 87.36 % del total de la varianza (53.67 % F1 y 33.69% F2). La **Fig. 2** muestra la separación de los cultivares en 3 grupos claramente diferenciados. La primera componente F1

está caracterizada en su eje positivo por un alto contenido en acidez total y ácido tartárico, alcoholes terpénicos, compuestos en C₉, ácidos, ésteres y alcoholes y en su lado negativo con el contenido en óxidos y dioles terpénicos, monoterpenos y el valor de pH. La segunda componente F2 está caracterizada en su lado positivo por el contenido en azúcares totales y compuestos en C₆, mientras que en su lado negativo está caracterizado por el contenido en ácido málico.

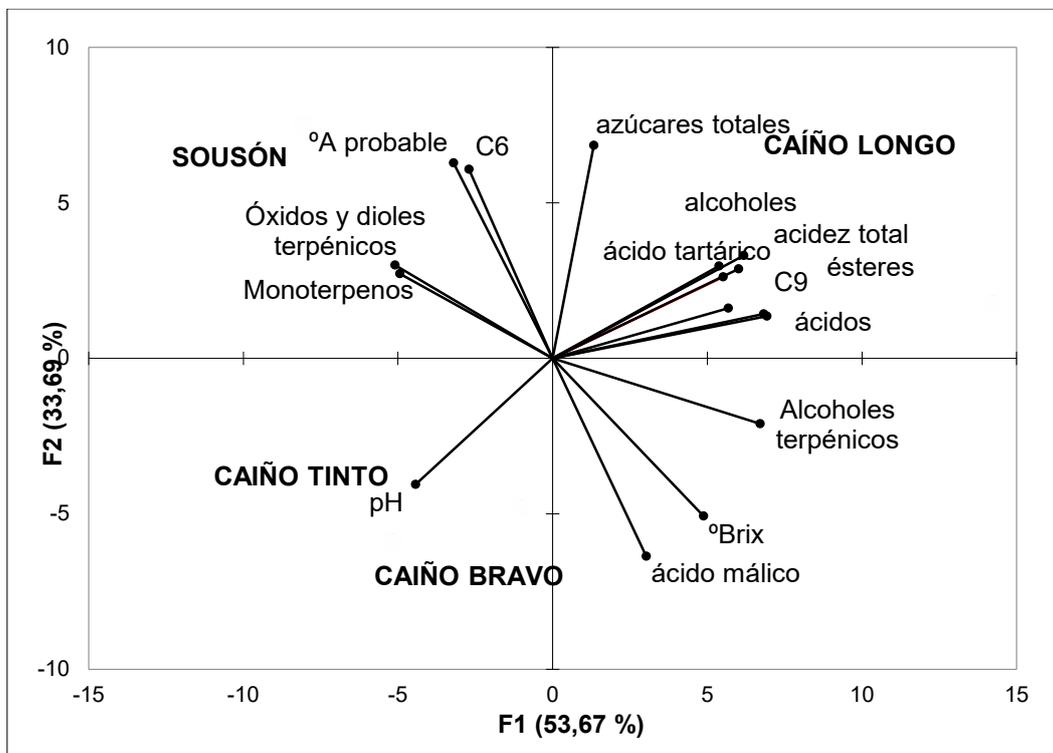


Fig. 2. Análisis de componentes principales (ACP) entre cultivares, parámetros clásicos y aromas varietales

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que, es necesario completar el estudio con nuevas cosechas, a fin de establecer similitudes en cuanto a la composición química y aromática de los cultivares Caíño Longo, Caíño Tinto, Caíño Bravo y Sousón.

La mayoría de los compuestos volátiles positivos para el aroma se encuentran en forma de precursores por lo que interesa su liberación para enriquecer el perfil de los vinos, tanto en el número de compuestos como en los matices que éstos aportan.

Además de las notas florales aportadas por compuestos como linalol, 2-feniletanol y alcohol bencílico, es importante en el aroma de los cuatro cultivares estudiados la presencia de compuestos de la familia de los óxidos y dioles terpénicos.

5. Bibliografía

1. CORTÉS-DIÉGUEZ, S.; RODRÍGUEZ-SOLANA, R.; DOMÍNGUEZ, J.M.; DÍAZ-LOSADA, E. 2013. **Impact odorants and sensory profile of young red wines from four Galician (NW of Spain) traditional cultivars**. J. Inst. Brew. 121: 628–635.
2. DÍAZ-LOSADA, E.; TATO-SALGADO, A.; RAMOS-CABRER, M.; RÍO-SEGADE, S.; CORTÉS-DIÉGUEZ, S.; PEREIRA-LORENZO, S. 2010. **Twenty microsatellites (SSRs) reveal two main origins of variability in grapevine cultivars from North-western Spain**, *Vitis*, 49, 55–62.
3. DÍAZ-LOSADA, E.; ORRIOLS, I.; REGO, F.; TATO, S. A.; RAMOS-CABRER, A. M.; PEREIRA-LORENZO, S. 2011. **A colección de vides da Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia**, 1–328, Xunta de Galicia, Consellería do Medio Rural. ISBN 978-84-453-5003-4
4. DÍAZ-LOSADA, E.; TATO SALGADO, A.; RAMOS-CABRER, A. M.; DÍAZ HERNÁNDEZ, B.; PEREIRA-LORENZO, S. 2012. **Genetic and geographical structure in grapevines from north-western Spain**. Ann. Appl. Biol. 161: 24–35.
5. DIEGUEZ, S.; LOIS, L.; GÓMEZ, E.; DE LA PEÑA, M. L. 2003. **Aromatic composition of the Vitis vinífera grape Albariño**. LWT-Food Sci. Technol. 36: 585-590.
6. GENISHEVA, Z.; OLIVEIRA J. M. 2009. **Monoterpenic characterization of white cultivars from Vinhos Verdes appellation of origin (North Portugal)**. J. Inst. Brew. 115: 308-317.
7. IBARZ, M. J.; FERREIRA, V.; HERNÁNDEZ-ORTE, P.; LOSCOS, N.; CACHO, J. 2006. **Optimization and evaluation of a procedure for the gas chromatographic-mass spectrometric analysis of the aromas generated by fast acid hydrolysis of flavor precursors extracted from grapes**. J. Chromatograph. A, 1116: 217-219.
8. OIV. **Recueil des Méthodes Internationales d'Analyses des Vins et des Moûts**; Office International de la Vigne et du Vin: Paris, France, 2009; p. 544. ISBN 979-10-91799-82-9.
9. VILANOVA, M.; CORTÉS, S.; SANTIAGO, J. L.; MARTÍNEZ, C.; FERNÁNDEZ, E. 2008. **Contribution of some grape-derived aromatic compounds to the primary aroma in red wines from cv. Caíño Tinto, cv. Caíño Bravo and cv. Caíño Longo grapes**, J. Agric. Sci. 146: 325–332.

6. Agradecimientos

Ángela Díaz Fernández agradece al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), la concesión del contrato predoctoral FPI-INIA del que actualmente es beneficiaria. Este trabajo se ha realizado en el marco de la submedida M10.22 del Programa de Desarrollo Rural de la Xunta de Galicia.

Recuperación y valorización de tres variedades blancas en Aragón en el marco del Proyecto Interreg POCTEFA “VALOVITIS”.

Ernesto Franco Aladrén^a, Alberto Pavón Freire^a, Jesús Usón Ballestar^a, Eva Herrero Mallen^b.

^aCentro de Transferencia Agroalimentaria (CTA). Gobierno de Aragón. Movera. Zaragoza. ^bCentro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Gobierno de Aragón.

Resumen

El Centro de Transferencia Agroalimentaria de Aragón (CTA) participan como asociado en el proyecto Interreg POCTEFA VALOVITIS, durante 3 años (2016-2019) el proyecto pretende valorizar las vides olvidadas y recuperadas del Piedemonte pirenaico a ambos lados de la frontera, en Francia y España. El proyecto tiene como objetivo, identificar el patrimonio varietal histórico de las regiones participantes, evaluar el potencial agronómico, tecnológico y aromático de las variedades y fomentar el desarrollo de variedades de vid minoritarias mediante la transferencia de los resultados al sector. En Aragón y en el marco de VALOVITIS y durante los años 2016 y 2017 se ha profundizado en el estudio de 30 variedades del BGVA del CTA.

En este estudio se describen tres variedades blancas, Albana, Greta y Olivana, que previamente han sido caracterizadas molecularmente, y que se han vinificado como blancos en las mismas condiciones de cultivo. Los resultados muestran tres variedades adaptadas a las condiciones de cultivo de Aragón y tres tipos de vinos muy diferentes.

1. Introducción

La Estación de Viticultura y Enología de Aragón, hoy Centro de Transferencia Agroalimentaria, estableció en 1989 el Banco de Germoplasma de Vid de Aragón, localizado en Movera (Zaragoza), que cuenta en la actualidad con 784 accesiones o entradas de material vegetal, en cuatro parcelas. En la actualidad en el banco se cuentan 219 variedades diferentes, 77 son conocidas, pero poco habituales en Aragón, 75 son minoritarias conocidas y 67 son perfiles moleculares desconocidos.

El Banco de Germoplasma de Vid de Aragón (BGVA), no solo debe ser un conservatorio de material vegetal, sino que se debe estudiar en profundidad las características agronómicas y enológicas de las viníferas conservadas, especialmente las minoritarias y desconocidas, el trabajo que se ha desarrollado en el Banco ha sido objeto varios proyectos y comunicaciones (Franco 2018, Gogórcena 2007; Andreu 2009; Andreu 2010). El interés del estudio de las variedades del Banco radica en tener disponible material genético de utilidad en el futuro, adelantándose a las posibles fluctuaciones de mercado y/o efectos adversos producidos por el cambio climático.

En 2016 al CTA como asociado forma parte del proyecto Interreg “VALOVITIS” (www.valovitis.eu), es un proyecto cofinanciado en un 65% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa INTERREG V-A España, Francia Andorra (POCTEFA 2014-2020), de 3 años de duración (2016-2019), los socios del proyecto son el Instituto Francés de la Viña y el Vino (IFV), el Laboratorio de Análisis de Aromas y Enología (LAAE) de la Universidad de Zaragoza y el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). El objetivo del proyecto es valorizar las vides olvidadas y recuperadas del Piedemonte pirenaico a ambos lados de la frontera, en Francia y España, como objetivos específicos, se pretende identificar el patrimonio

varietal histórico de las regiones participantes, evaluar el potencial agronómico, tecnológico y aromático de las variedades, dar a conocer y fomentar el desarrollo de variedades de vid minoritarias mediante la transferencia de los resultados al sector.

En el BGVA se dispone de 67 perfiles moleculares desconocidos, de entre ellos, en VALOVITIS en años 2016 y 2017, de las parcelas de La Alfranca se han vinificado 30 variedades, 8 blancas y 22 entre rosadas y tintas, obteniendo 16 blancos, 21 rosados y 31 tintos. En este trabajo se presentan los resultados de tres perfiles de variedades blancas que a su vez forman parte del catálogo final de VALOVITIS que comprende 14 variedades francesas (11 tintas y 3 blancas) y 11 españolas (6 tintas y 5 blancas).

2. Material y Métodos

2.1. Parcelas y variedades del BGVA.

Las variedades recuperadas y conservadas en las cuatro parcelas del banco, ubicadas en Movera, Cariñena y dos en La Alfranca, sido objeto del estudio agronómico, ampelográfico y molecular, así mismo han proporcionado la uva para la vinificación y posterior estudio enológico y sensorial.

Las variedades que se describen en este estudio son tres blancas, Albana, Greta y Olivana, que previamente han sido caracterizadas molecularmente, y con el fin de vinificar en las mismas condiciones de cultivo, se han elaborado solo las uvas procedentes de las parcelas de La Alfranca durante los años 2016 y 2017.

2.2. Metodología de las vinificaciones.

Para evaluar el potencial enológico se procede a la vinificación como blanco de la uva de las distintas accesiones. La uva se vendimia en cajas de 20 Kg y se transportan a la Bodega Cava de Almonacid de la Sierra. Las operaciones que llevan a cabo son: derraspado-estrujado, dosificación de 50 mg/Kg de anhídrido sulfuroso y prensado directo, desfangado por reposo de 24 h. En todas las operaciones se usan depósitos de acero oxidable de 25 l de capacidad. Se inoculación levadura seca seleccionada Sacch. Cerevisiae, la temperatura de fermentación no supera los 13°C. Una vez concluida la fermentación alcohólica el vino se trasiega y se dosifica anhídrido sulfuroso a razón de 50.

2.3. Metodología de control ampelográfico, agronómico, analítico y organoléptico.

En la descripción ampelográfica se tiene en cuenta: pámpano joven, hoja adulta, racimo, baya y pulpa. Los datos agronómicos que se controlan son: producción de por cepa, número de racimos por cepa, número de bayas por racimo, el peso de 100 bayas. En los mostos se analiza, alcohol probable, acidez total y pH.

Una vez obtenidos los vinos de cada accesión se someten al análisis físico-químico, determinando, densidad, grado alcohólico, acidez total, pH, acidez volátil, sulfuroso libre y total, potasio, intensidad de color e IPT por Abs a 280 nm.

Los vinos se someten también a análisis sensorial, realizado por un panel de expertos compuesto por jurados del CTA, LAAE y de enólogos del sector. El panel lo integran once

catadores, y su uso la ficha descriptiva, que se muestra en la **Tabla 1**, se valoran de 0 a 5 cada descriptor del aroma y del gusto.

Tabla 1: Ficha de valoración sensorial de vinos blancos

FASE	DESCRIPTOR	TIPO
OLFATIVA	REDOX	Reducido, trazas reducción, cerrado, abierto, trazas oxidación, oxidado
	DEFECTO.	herbáceo, acescencia, animal, ...)
	TIOL VEGETAL.	boj, hoja de tomate, brote de cassis, cítrico, espárragos cocidos ...
	TIOL FRUTADO	pomelo, limón, mango,
	TERPENICO FLORAL	rosa, violeta, tilo, madre selva,
	TERPENICO FRUTADO	albaricoque, melocotón, litchi,
	FERMENTATIVOS	pera, banana, manzana verde, fresa
	FENOLICO	anís, hinojo, miel y trementina,
	VEGETAL	pimiento, judía verde, hiedra, espárrago,
	GUSTATIVA	GRASA
DULZOR		
ACIDEZ		
ASTRINGENCIA		
AMARGOR		
ARDOR		
HERBACEO		hierba, heno,
POSTGUSTO		
EQUILIBRIO		
GLOBAL		

3. Resultados

En un estudio previo de clasificación de los vinos de las variedades estudiadas en VALOVITIS, (Franco 2018), se observaron una serie de comportamientos, tanto analíticos como sensoriales de algunas variedades interesantes, como Albana y Greta (ARAG-65-24) que presentan vinos de mayor ácido málico y menor grado, Olivana (ARAG-65-15) menos málico y mayor grado.

3.1 GRETA.

Es una variedad minoritaria localizada exclusivamente en el pirineo aragonés. No está incluida en el Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Española de Variedades Vegetales. En Aragón se ha localizado en dos municipios de la comarca oscense del Sobrarbe, Oncins (municipio de El Pueyo de Aragüés) y Camporrotuno (municipio de Aínsa).

Sus características ampelográficas y agronómicas, **Tabla 2**, indican una variedad totalmente adaptada a las condiciones de cultivo y no ha mostrado especial sensibilidad a oídio, mildiu y botrytis.

Los datos agronómicos se muestran en la **Tabla 3**, la variedad produce un gran número de racimos de peso medio y bayas de tamaño medio, la producción se ha visto afectada por el número de racimos y no por sus características. Los datos enológicos muestran vinos blancos con una analítica adecuada y acorde a las características descritas para estos vinos en las Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) de Aragón. Es una variedad de graduación alcohólica baja, lo que le aporta valor añadido si se tiene en cuenta el aumento de grado observado en los vinos aragoneses debido al cambio climático. La acidez y el pH son los habituales en los vinos de la región, destacar la concentración de ácido málico superior a 1,5 g/l, que favorece la frescura en boca.

Tabla 2: Parámetros ampelográficos y agronómicos más destacados de Greta.

PARAMETRO	CARACTERISTICA
Pámpano joven	Completamente abierto, Carece de pigmentación antociánica y de vellosidades
Hoja adulta	Tamaño mediano, forma pentagonal, con cinco lóbulos poco marcados y sin vello en el envés.
Racimo	Tamaño grande y compacto, forma cilíndrica con un ala
Baya	Forma esférica y de color verde-amarillo. El grosor de la piel es medio
Pulpa	Sin pigmentación, es jugosa, firme, sin sabores a destacar y con pepitas bien formadas
Enfermedades	Buena resistencia a oídio y a botrytis
Vigor	Alto
Madurez	Primera quincena de octubre
Rendimiento	Alto-Muy alto

Tabla 3: Parámetros agronómicos y físico-químicos de Greta.

AÑO	2016	2017
Fechas de vendimia	20/10	21/09
Producción kg/cepa	6,1	10,0
Peso del racimo g	545	509
Peso 100 bayas g	253	241
n. de bayas por racimo	216	171
n. racimos por cepa	11,2	19,6
Azúcares reductores (g/l)	0,60	0,50
Grado alcohólico (%v/v)	11,61	10,84
Extracto seco total	20,20	17,00
Acidez total (ác. tartárico) (g/l)	5,00	5,50
Acidez volátil (ác. acético) (g/l)	0,20	0,23
pH	3,53	3,38
Ácido málico (g/l)	1,50	1,70
Dióxido de azufre total (mg/l)	70,00	75,00
Dióxido de azufre libre (mg/l)	8,00	9,00
Intensidad de color	0,12	0,06
IPT (Abs 280 nm)	5,40	4,40

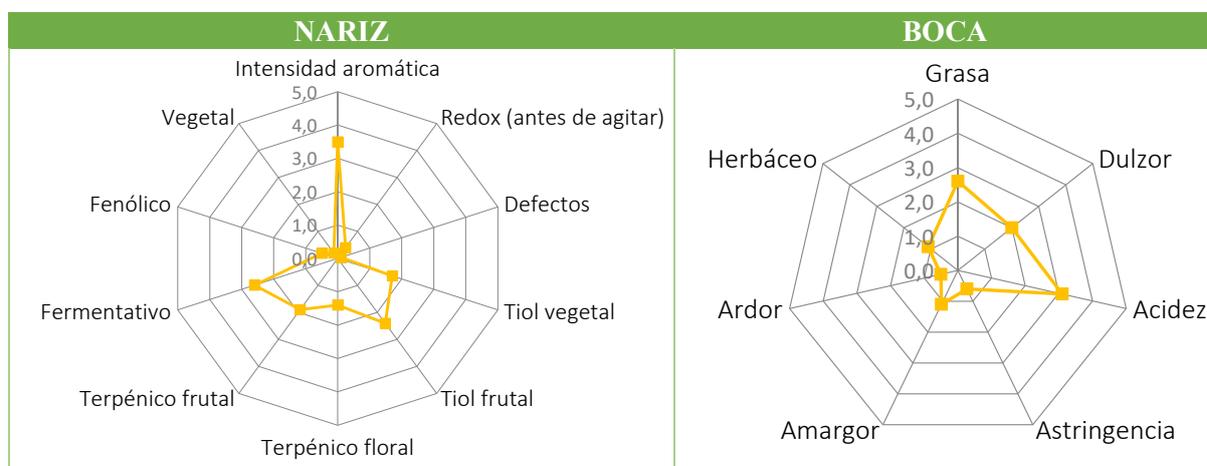
El perfil sensorial de solo un vino de la cosecha 2017 se muestra en la **Figura 1**, lo más destacado, además de su carácter fermentativo, son los descriptores de tioles frutales como pomelo y maracuyá que hacen una variedad de corte tiólico, como Verdejo y Sauvignon Blanc. En el gusto destaca la acidez y la grasa. En el análisis de aroma se ha observado que la variedad produce una cantidad muy destacable de 4-metil-4-mercapto-2-pentanona que es uno de los tioles varietales más interesantes desde el punto de vista aromático.

3.2 ALBANA.

Es una variedad minoritaria localizada exclusivamente en Aragón. Se incorporó a la Colección Nacional de Variedades de Vid de "El Encín" en 1956 procedente de Zaragoza, no está incluida en el Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Española de Variedades Vegetales.

El material vegetal introducido en BGVA procede de dos localidades de la Comarca de los Monegros, Alcubierre y La Almolda, y una del prepirineo a los pies de la Sierra de Guara, Casbas de Huesca.

Figura 1. Perfil aromático de vino blanco de Greta



Sus características ampelográficas y agronómicas, **Tabla 4**, indican una variedad totalmente adaptada a las condiciones de cultivo y no ha mostrado especial sensibilidad a oídio, mildiu y botrytis.

Tabla 4: Parámetros ampelográficos y agronómicos más destacados de Albana.

PARAMETRO	CARACTERISTICA
Pámpano joven	Completamente abierto, con una intensa pigmentación antocianica y de vello.
Hoja adulta	Tamaño mediano, forma pentagonal, con cinco lóbulos y con densas y sin vello en el envés.
Racimo	Tamaño grande y compacto. Forma cilíndrica y con un ala
Baya	Tamaño grande mediano, forma elíptica y de verde-amarillo. El grosor de la piel es medio
Pulpa	Sin pigmentación, es jugosa, firme, sin sabores a destacar y con pepitas bien formadas
Enfermedades	Sensibilidad baja
Vigor	Medio-alto
Madurez	Última semana de septiembre, primera quincena de octubre
Rendimiento	Medio

En la **Tabla 5** se muestran los valores de los parámetros agronómicos y enológicos de los de un vino en de 2016 y cinco en 2017. En los datos agronómicos se observa estabilidad en cuanto al número de racimos por cepa y peso de la baya, mientras que el número de bayas por racimo y el de racimos por cepa son los parámetros que influyen en la diferencia de producción entre ambos años. Los datos enológicos muestran vinos de una analítica adecuada y acorde a las características descritas para estos vinos en las Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) de Aragón, grado medio-bajo, acidez media y pH apropiado, ácido málico medio-alto. Su localización, tanto en los Monegros como en Casbas de Huesca, muestran buena adaptación a condiciones de temperatura y pluviometría estrictas y a pesar de ello, la producción es media-alta.

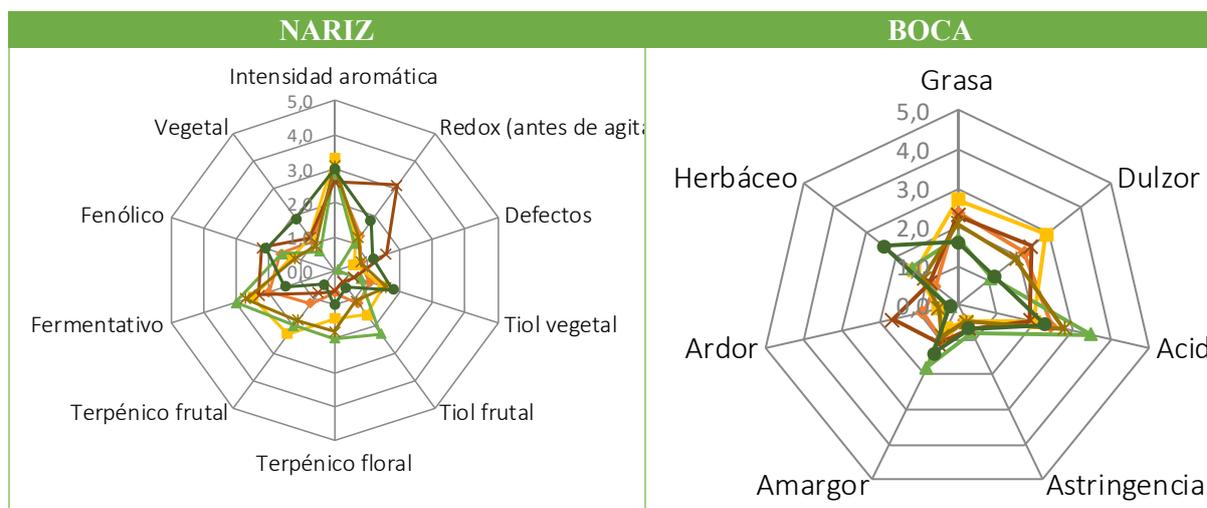
Los perfiles sensoriales de los vinos son prácticamente idénticos, **Figura 2**, tan solo varía la intensidad de los mismos, esto es indicativo de la estabilidad sensorial de la variedad. Los aromas

más destacados son fermentativos de intensidad media y algo menor de tiores frutados. En el gusto destaca la acidez, el ácido málico presente proporciona frescura y cierto verdor, también hay que destacar el amargor de algunos vinos.

Tabla 5: Parámetros agronómicos y físico-químicos de Albana.

ANO	2016	2017
Fechas de vendimia	20/10	13,21,27,28/09
Producción kg/cepa	4,1	5,0
Peso del racimo g	385	649
Peso 100 bayas g	382	328
n. de bayas por racimo	97	168
n. racimos por cepa	10,7	8,0
Azúcares reductores (g/l)	0,70	0,80
Grado alcohólico (%v/v)	12,96	11,74
Extracto seco total	19,90	20,78
Acidez total (ác. tartárico) (g/l)	5,10	5,98
Acidez volátil (ác. acético) (g/l)	0,26	0,29
pH	3,43	3,29
Ácido málico (g/l)	1,10	1,82
Dióxido de azufre total (mg/l)	55,00	86,40
Dióxido de azufre libre (mg/l)	7,00	12,60
Intensidad de color	0,09	0,08
IPT (Abs 280 nm)	5,70	4,64

Figura 2. Perfil aromático de seis vinos blancos de Albana.



3.3 OLIVANA.

Es una variedad minoritaria localizada exclusivamente en el pirineo aragonés, no está incluida en el Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Española de Variedades Vegetales, procede de la localidad oscense de Oliván, perteneciente al municipio de Biescas.

Sus características ampelográficas y agronómicas, **Tabla 6**, indican una variedad totalmente adaptada a las condiciones de cultivo y no ha mostrado especial sensibilidad a oídio, mildiu y botrytis.

Tabla 6: Parámetros ampelográficos y agronómicos más destacados de Parrel.

PARAMETRO	CARACTERISTICA
Pámpano joven	Abierto, carece de pigmentación antocianica y vellosidades
Hoja adulta	Tamaño mediano, forma pentagonal, con cinco lóbulos y con vellosidades en el envés
Racimo	Forma cónica, longitud mediana, compacidad media.
Baya	Forma esférica y color verde-amarillo. La piel es de grosor media
Pulpa	Sin pigmentación y con pepitas bien formadas
Enfermedades	Sensibilidad baja
Vigor	Alto.
Madurez	Variedad de ciclo corto. Primera quincena de septiembre
Rendimiento	Alto-Muy alto

En la **Tabla 7** se muestran los valores de los parámetros agronómicos y enológicos de dos vinos de 2016 y 2017. En los datos agronómicos se observa estabilidad en cuanto al número de racimos por cepa y bayas por racimo, mientras que el peso de baya es el que influye en el peso del racimo, no así en la producción final. Los datos enológicos muestran vinos con una analítica adecuada y acorde a las características descritas en las DOP de Aragón.

En los vinos destaca su elevada acidez y grado alcohólico que, junto con su alta producción la convierten en una variedad única, al coincidir en ella parámetros analíticos y de producción normalmente antagónicos; consecuentemente se convierte en una variedad genuina que se adapta bien a terrenos de elevada altitud.

Tabla 7: Parámetros agronómicos y fisico-químicos de Olivana.

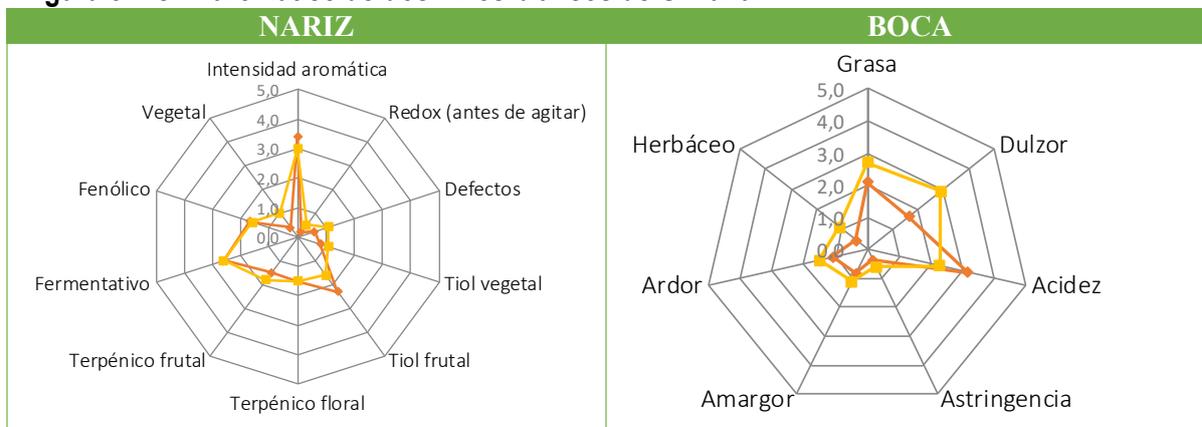
AÑO	2016	2017
Fechas de vendimia	06/09	29/08
Producción kg/cepa	7,4	8.0
Peso del racimo g	430	349
Peso 100 bayas g	231	158
n. de bayas por racimo	157	195
n. racimos por cepa	17,3	23,0
Azúcares reductores (g/l)	1,40	4,20
Grado alcohólico (%v/v)	15,57	15,27
Extracto seco total	22,10	25,00
Acidez total (ác. tartárico) (g/l)	6,80	6,70
Acidez volátil (ác. acético) (g/l)	0,62	0,63
pH	3,11	3,27
Ácido málico (g/l)	0,80	1,00
Dióxido de azufre total (mg/l)	34,00	62,00
Dióxido de azufre libre (mg/l)	5,00	12,00
Intensidad de color	0,15	0,09
IPT (Abs 280 nm)	6,30	5,70

Como variedad blanca, se podría destinar a obtener vinos blancos de graduaciones elevadas y equilibrados, pero también podría utilizarse para obtener vinos blancos dulces.

El perfil sensorial de los vinos de las dos cosechas es prácticamente idéntico, **Figura 3**, esto es indicativo de la estabilidad sensorial de la variedad. El aroma más destacado es fermentativo y de fruta tiolica, ambas de intensidad media. Su gran acidez que manifiesta en la boca, equilibra la

alta graduación alcohólica, esto hace que se una variedad interesante para la zona de cultivo en la que se ha localizado.

Figura 3. Perfil aromático de dos vinos blancos de Olivana.



4. Conclusiones

Los resultados muestran tres variedades adaptadas a las condiciones de cultivo de Aragón y tres tipos de vinos muy diferentes.

GRETA, es una variedad pirenaica de la Comarca altoaragonesa del Sobrarbe de elevada producción, que se ha adaptado a las condiciones de cultivo del Valle del Ebro. Por la graduación alcohólica media-baja, acidez elevada, ácido málico medio-alto, la convierten en una variedad muy interesante para mitigar el efecto del cambio climático que provoca mayor alcohol y menor acidez. Además, su perfil sensorial tiolico la convierten en una variedad muy interesante sensorialmente. En definitiva, es una variedad única, diferente, localizada solo en Aragón y de gran proyección para el futuro inmediato.

ALBANA, es una variedad que, de acuerdo con su localización, estuvo extendida en la margen izquierda del río Ebro, tres localizaciones a lo largo de la zona árida de los Monegros y la Hoya de Huesca. La producción es satisfactoria y su graduación alcohólica y acidez la convierten en una candidata a mitigar los efectos del cambio climático en la obtención de vinos de calidad en Aragón.

OLIVANA, Por el origen del material vegetal localizado y las características de los vinos, acidez y grado alcohólico elevado, junto con alta producción la convierten en una variedad genuina y única que se adapta bien a terrenos de elevada altitud, más de 850 m, produciendo vinos blancos con suficiente alcohol y acidez. Se podría destinar a obtener vinos blancos de graduación elevada y equilibrados, pero también para obtener vinos blancos dulces.

5. Bibliografía

ANDREU, J; BUHNER, T. FRANCO, E; GOGORCENA, Y; MENÉ, R; NUÑEZ N; 2009.

Caracterización ampelográfica y molecular de variedades tintas de vides antiguas y sin catalogar de Aragón. 32º Congreso de la OIV Zagreb.

ANDREU, J; FRANCO, E; MENÉ, R; NUÑEZ N; GOGORCENA, Y; BUHNER, T. 2010. **Caracterización ampelográfica y molecular de variedades tintas de vides antiguas y sin catalogar de Aragón**. SURCOS 116, 30-32.

FRANCO, E, PAVON, A, USON, J, HERRERO, E. 2018. **Valorización de las variedades de vid minoritarias del Piedemonte Pirenaico. Proyecto Interreg POCTEFA “VALOVITIS”**. XXXIII Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Orense. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

GOGORCENA, Y. 2007; **Informe final** del proyecto “Recuperación y caracterización de variedades de vid en peligro de extinción en la mitad norte de España”.

LOSADA, A., DIAZ, E., VARIOS. 2015. **Guía de variedades minoritarias I**. XXX Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Logroño. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ISBN: 978-84-491-1450-2

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación FEDER del Proyecto INTERREG POCTEFA VALOVITIS (Ref. EFA017/15) “Valorización de las variedades de vid minoritarias del Piedemonte Pirenaico”.

Los análisis físico-químicos se han realizado en la Laboratorio Agroambiental de Gobierno de Aragón.

Recuperación y valorización de tres variedades tintas en Aragón en el marco del Proyecto Interreg POCTEFA “VALOVITIS”.

Ernesto Franco Aladrén^a, Alberto Pavón Freire^a, Jesús Usón Ballestar^a, Eva Herrero Mallen^b.

^aCentro de Transferencia Agroalimentaria (CTA). Gobierno de Aragón. Movera. Zaragoza. ^bCentro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Gobierno de Aragón.

Resumen

El Centro de Transferencia Agroalimentaria de Aragón (CTA) participan como asociado en el proyecto Interreg POCTEFA VALOVITIS, durante 3 años (2016-2019) el proyecto pretende valorizar las vides olvidadas y recuperadas del Piedemonte pirenaico a ambos lados de la frontera, en Francia y España. El proyecto tiene como objetivo, identificar el patrimonio varietal histórico de las regiones participantes, evaluar el potencial agronómico, tecnológico y aromático de las variedades y fomentar el desarrollo de variedades de vid minoritarias mediante la transferencia de los resultados al sector. En Aragón y en el marco de VALOVITIS y durante los años 2016 y 2017 se ha profundizado en el estudio de 30 variedades del BGVA del CTA.

En este estudio se describen tres variedades tintas, Ambrosina-Aubum, Beturian y Parrel, que previamente han sido caracterizadas molecularmente, y que se han vinificado como tintos en las mismas condiciones de cultivo. Los resultados muestran tres variedades adaptadas a las condiciones de cultivo de Aragón y tres tipos de vinos muy diferentes.

1. Introducción

La Estación de Viticultura y Enología de Aragón, hoy Centro de Transferencia Agroalimentaria, estableció en 1989 el Banco de Germoplasma de Vid de Aragón, localizado en Movera (Zaragoza), que cuenta en la actualidad con 784 accesiones o entradas de material vegetal, en cuatro parcelas. En la actualidad en el banco se cuentan 219 variedades diferentes, 77 son conocidas, pero poco habituales en Aragón, 75 son minoritarias conocidas y 67 son perfiles moleculares desconocidos.

El Banco de Germoplasma de Vid de Aragón (BGVA), no solo debe ser un conservatorio de material vegetal, sino que se debe estudiar en profundidad las características agronómicas y enológicas de las viníferas conservadas, especialmente las minoritarias y desconocidas, el trabajo que se ha desarrollado en el Banco ha sido objeto varios proyectos y comunicaciones (Franco 2018a, Gogórcena 2007; Andreu 2009; Andreu 2010). El interés del estudio de las variedades del Banco radica en tener disponible material genético de utilidad en el futuro, adelantándose a las posibles fluctuaciones de mercado y/o efectos adversos producidos por el cambio climático.

En 2016 al CTA como asociado forma parte del proyecto Interreg “VALOVITIS” (www.valovitis.eu), es un proyecto cofinanciado en un 65% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa INTERREG V-A España, Francia Andorra (POCTEFA 2014-2020), de 3 años de duración (2016-2019), los socios del proyecto son el Instituto Francés de la Viña y el Vino (IFV), el Laboratorio de Análisis de Aromas y Enología (LAAE) de la Universidad de Zaragoza y el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). El objetivo del proyecto es valorizar las vides olvidadas y recuperadas del Piedemonte pirenaico a ambos lados de la frontera, en Francia y España, como objetivos específicos, se pretende identificar el patrimonio

varietal histórico de las regiones participantes, evaluar el potencial agronómico, tecnológico y aromático de las variedades, dar a conocer y fomentar el desarrollo de variedades de vid minoritarias mediante la transferencia de los resultados al sector.

En el BGVA se dispone de 67 perfiles moleculares desconocidos, de entre ellos, en VALOVITIS en años 2016 y 2017, de las parcelas de La Alfranca se han vinificado 30 variedades, 8 blancas y 22 entre rosadas y tintas, obteniendo 16 blancos, 21 rosados y 31 tintos. En este trabajo se presentan los resultados de tres perfiles de variedades tintas que a su vez forman parte del catálogo final de VALOVITIS que comprende 14 variedades francesas (11 tintas y 3 blancas) y 11 españolas (6 tintas y 5 blancas).

2. Material y Métodos

2.1. Parcelas y variedades del BGVA.

Las variedades recuperadas y conservadas en las cuatro parcelas del banco, ubicadas en Movera, Cariñena y dos en La Alfranca, sido objeto del estudio agronómico, ampelográfico y molecular, así mismo han proporcionado la uva para la vinificación y posterior estudio enológico y sensorial.

Las variedades que se describen en este estudio son tres tintas, Ambrosina-Aubum, Beturian y Parrel, que previamente han sido caracterizadas molecularmente, y con el fin de vinificar en las mismas condiciones de cultivo, se han elaborado solo las uvas procedentes de las parcelas de La Alfranca durante los años 2016 y 2017.

2.2. Metodología de las vinificaciones.

Para evaluar el potencial enológico se procede a la vinificación como tinto de la uva de las distintas accesiones. La uva se vendimia en cajas de 20 Kg y se transportan a la Bodega Cava de Almonacid de la Sierra. Las operaciones que llevan a cabo son: derraspado-estrujado, dosificación de 50 mg/Kg de anhídrido sulfuroso, maceración de siete días, realizando un remontado diario. En todas las operaciones se usan depósitos de acero oxidable de 25 l de capacidad. Se inoculan levadura seca seleccionada Sacch. Cerevisiae, la temperatura de fermentación no supera los 22°C. Una vez concluida la fermentación alcohólica el vino se trasiega y se dosifica anhídrido sulfuroso a razón de 50 mg/l, no se realiza la degradación maloláctica.

2.3. Metodología de control ampelográfico, agronómico, analítico y organoléptico.

En la descripción ampelográfica se tiene en cuenta: pámpano joven, hoja adulta, racimo, baya y pulpa. Los datos agronómicos que se controlan son: producción de por cepa, número de racimos por cepa, número de bayas por racimo, el peso de 100 bayas. En los mostos se analiza, alcohol probable, acidez total y pH.

Una vez obtenidos los vinos de cada accesión se someten al análisis físico-químico, determinando, densidad, grado alcohólico, acidez total, pH, acidez volátil, sulfuroso libre y total, potasio, intensidad de color e IPT por Abs a 280 nm.

Los vinos se someten también a análisis sensorial, realizado por un panel de expertos compuesto por jurados del CTA, LAEE y de enólogos del sector. El panel lo integran once

catadores, y su usa la ficha descriptiva, que se muestra en la **Tabla 1**, se valoran de 0 a 10 cada descriptor del aroma y del gusto.

Tabla 1: Ficha de valoración sensorial de vinos tintos

FASE	DESCRIPTOR	TIPO
OLFATIVA	REDOX	Reducido, trazas reducción, cerrado, abierto, trazas oxidación, oxidado
	DEFECTO.	herbáceo, acescencia, animal, ...)
	TIOL VEGETAL.	boj, hoja de tomate, brote de cassis, cítrico, espárragos cocidos ...
	TIOL FRUTADO	pomelo, limón, mango,
	TERPENICO FLORAL	rosa, violeta, tilo, madre selva,
	TERPENICO FRUTADO	albaricoque, melocotón, litchi,
	FERMENTATIVOS	frambuesa, fresa,,
	FENOLICO	anís, hinojo, miel y trementina,
	VEGETAL	pimiento, judía verde, hiedra, espárrago,
	GUSTATIVA	GRASA
DULZOR		
ACIDEZ		
ASTRINGENCIA		
AMARGOR		
ARDOR		
HERBACEO		hierba, heno,
TANINO		Verde, duro, seco
POSTGUSTO		
EQUILIBRIO		
GLOBAL		

3. Resultados

En un estudio previo de clasificación de los vinos de las variedades estudiadas en VALOVITIS, (Franco 2018a), se observaron una serie de comportamientos, tanto analíticos como sensoriales de algunas variedades interesantes, como Beturian (ARAG-61-29) que presenta vinos de mayor color e IPT con buen grado; los de las variedades Parrel y Ambrosina tienen también buen grado y color, con menor IPT.

3.1 AMBROSINA-AUBUM.

Es una variedad conocida en Portugal, Francia y España, si bien no se encuentra en el Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Española de Variedades Vegetales. En Aragón se ha localizado en dos municipios de los somontanos del Sistema Ibérico zaragozano, Ainzón (DOP Campo de Borja) y Almonacid de la Sierra (DOP Cariñena) con el nombre de Ambrosina. También se ha localizado en La Rioja, Navarra y en Francia.

Sus características ampelográficas y agronómicas, **Tabla 2**, indican una variedad totalmente adaptada a las condiciones de cultivo y no ha mostrado especial sensibilidad a oídio, mildiu y botrytis.

Los datos que se muestran a continuación, **Tabla 3**, se refieren a las medias de 3 vinificaciones en 2016 y 2 vinificaciones en 2017. En los datos agronómicos se observa estabilidad en cuanto al número de racimos por cepa y bayas por racimo, mientras que la producción, peso del racimo y peso de baya están influidos por las condiciones climatológicas del año. Los datos enológicos muestran vinos tintos con una analítica adecuada y acorde a las características descritas para estos vinos en las Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) de Aragón, grado adecuado,

excelente acidez y pH apropiado para vinos tintos aún con ácido málico bajo, tanto el color como IPT, son suficiente para vinos ligeros en una producción elevada como en 2016.

Tabla 2: Parámetros ampelográficos y agronómicos más destacados de Ambrosina.

PARAMETRO	CARACTERISTICA
Pámpano joven	Completamente abierto y tiene una débil pigmentación antociánica ribeteada. Tiene abundantes vellosidades
Hoja adulta	Tamaño mediano-grande, forma pentagonal, con cinco lóbulos y sin vello en el envés.
Racimo	Tamaño pequeño, longitud corta y compacidad media. Forma cónica
Baya	Forma esférica y de color azul-negro. El grosor de la piel es medio
Pulpa	Sin pigmentación, es jugosa, firme, sin sabores a destacar y con pepitas bien formadas
Enfermedades	Sensibilidad baja
Vigor	Medio
Madurez	Última semana de septiembre primera de octubre
Rendimiento	Alto-Muy alto

La adaptación de la variedad a vinos rosados puede ser comprometida por la graduación alcohólica que alcanza aún con rendimientos altos.

Tabla 3: Parámetros agronómicos y físico-químicos de Ambrosina-Aubum.

AÑO	2016	2017
Fechas de vendimia	13/09,30/09,10/10	27/09
Producción kg/cepa	4,7	8.8
Peso del racimo g	203	337
Peso 100 bayas g	154	264
n. de bayas por racimo	130	118
n. racimos por cepa	23,9	25,1
Azúcares reductores (g/l)	2,90	0,95
Grado alcohólico (%v/v)	15,25	14,29
Extracto seco total	33,18	24,85
Acidez total (ác. tartárico) (g/l)	7,57	5,65
Acidez volátil (ác. acético) (g/l)	0,39	0,30
pH	3,38	3,41
Ácido málico (g/l)	0,90	1,10
Dióxido de azufre total (mg/l)	28,00	66,50
Dióxido de azufre libre (mg/l)	5,33	11,00
Intensidad de color	9,40	5,46
IPT (Abs 280 nm)	40,00	29,45

Los perfiles sensoriales de los cinco vinos de las dos cosechas son prácticamente idénticos, **Figura 1**, tan solo varía la intensidad de los mismos, esto es indicativo de la estabilidad sensorial de la variedad. Los aromas más destacados son terpénicos frutados y fermentativos, con gran intensidad de los mismos, destacando la fruta de frambuesa, mora y cítricos como pomelo. En el gusto destaca la intensidad aromática, la acidez sin astringencia y postgusto largo. La sensación en boca se ve favorecida por la baja concentración de ácido málico que aporta frescura sin verdor, en definitiva, es un vino muy frutado, con suavidad y grasa en boca.

Figura 1. Perfil aromático de cinco vinos tintos de Ambrosina-Aubun



3.2 BETURAIN.

Es una variedad minoritaria localizada exclusivamente el pirineo aragonés, no está incluida en el Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Española de Variedades Vegetales. En Aragón se ha localizado la localidad de Ainsa en la comarca del Sobrarbe.

Sus características ampelográficas y agronómicas, **Tabla 4**, indican una variedad totalmente adaptada a las condiciones de cultivo y no ha mostrado especial sensibilidad a oídio, mildiu y botrytis.

Tabla 4: Parámetros ampelográficos y agronómicos más destacados de Beturian.

PARAMETRO	CARACTERISTICA
Pámpano joven	Completamente abierto, con una intensa pigmentación antocianica y abundantes vellosidades.
Hoja adulta	Tamaño mediano, forma pentagonal, con cinco lóbulos y con densas vellosidades en el envés..
Racimo	Tamaño y longitud mediana, compacidad alta y forma cónica
Baya	Tamaño mediano, forma esférica y de color azul-negro. El grosor de la piel es medio
Pulpa	Sin pigmentación, es jugosa, firme, sin sabores a destacar y con pepitas bien formadas
Enfermedades	Sensibilidad baja
Vigor	Medio
Madurez	Segunda quincena de septiembre
Rendimiento	Medio

En la **Tabla 5** se muestran los valores de los parámetros agronómicos y enológicos de los dos vinos tintos de los años 2016 y 2017. En los datos agronómicos se observa estabilidad en cuanto al número de racimos por cepa y bayas por racimo, mientras que la producción, peso del racimo y peso de baya están influidos por las condiciones climatológicas del año. Los datos enológicos muestran vinos tintos con una analítica adecuada y acorde a las características descritas para estos vinos en las Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) de Aragón, grado medio-bajo, excelente acidez y pH apropiado para vinos tintos aún con ácido málico bajo, suficiente color e IPT, en particular en 2017 con una producción moderada.

Tabla 5: Parámetros agronómicos y físico-químicos de Beturian.

AÑO	2016	2017
Fechas de vendimia	30/09	22/09
Producción kg/cepa	3,3	2,2
Peso del racimo g	221	135
Peso 100 bayas g	191	109
n. de bayas por racimo	148	135
n. racimos por cepa	15,0	16,0
Azúcares reductores (g/l)	1,20	1,10
Grado alcohólico (%v/v)	12,09	14,40
Extracto seco total	27,80	27,60
Acidez total (ác. tartárico) (g/l)	6,90	6,40
Acidez volátil (ác. acético) (g/l)	0,41	0,47
pH	3,30	3,36
Ácido málico (g/l)	0,80	0,80
Dióxido de azufre total (mg/l)	30,00	76,00
Dióxido de azufre libre (mg/l)	5,00	16,00
Intensidad de color	7,42	18,75
IPT (Abs 280 nm)	37,10	49,00

Los perfiles sensoriales de los vinos de las dos cosechas son prácticamente idénticos, **Figura 2**, tan solo varía la intensidad de los mismos, esto es indicativo de la estabilidad sensorial de la variedad. Los aromas más destacados son los terpénicos frutados y fermentativos, con gran intensidad de los mismos. En el gusto destaca la intensidad aromática, la acidez sin astringencia y postgusto largo. La sensación en boca se ve favorecida por la baja concentración de ácido málico que aporta frescura sin verdor, en definitiva, es un vino muy frutado, con suavidad y grasa en boca.

Figura 2. Perfil aromático de dos vinos tintos de Beturian.



3.3 PARREL.

Es una variedad minoritaria localizada exclusivamente en Aragón a lo largo de la cuenca del Ebro, si está incluida en el Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Española de Variedades Vegetales, pero no en la relación de variedades de viñedo de vinificación autorizadas en Aragón. En Aragón se ha localizado en siete localidades en las dos riberas del río Ebro, en la localidad turodense de Hija y en seis de Zaragoza, Ainzón, Daroca, La Almolda, Lécera, Sástago y Zuera.

En trabajos anteriores (Franco 2018b) la variedad ha sido descrita con mayor profundidad, incluyendo sus perfiles moleculares, en un nuevo análisis molecular se ha observado que uno de sus parentales es Monastrel. Sus características ampelográficas y agronómicas, **Tabla 6**, indican una variedad totalmente adaptada a las condiciones de cultivo y no ha mostrado especial sensibilidad a oídio, mildiu y botrytis.

Tabla 6: Parámetros ampelográficos y agronómicos más destacados de Parrel.

PARAMETRO	CARACTERISTICA
Pámpano joven	Distribución de la pigmentación antocianica no ribeteada y de intensidad media.
Hoja adulta	Limbo en forma pentagonal con cinco lóbulos y dientes rectilíneos. Densidad de pelos entre los nervios del envés, media-alta. Seno peciolar poco abierto y con baja o nula densidad de vello
Racimo	Tamaño medio, compacidad media y forma cilíndrica con hombros.
Baya	Esférica de tamaño medio con una epidermis azul-negra
Pulpa	Sin pigmentación y con pepitas bien formadas
Enfermedades	Sensibilidad baja a oídio y media a mildiu
Vigor	Muy alto.
Madurez	Variedad de ciclo largo. Segunda quincena de septiembre
Rendimiento	Alto-Muy alto

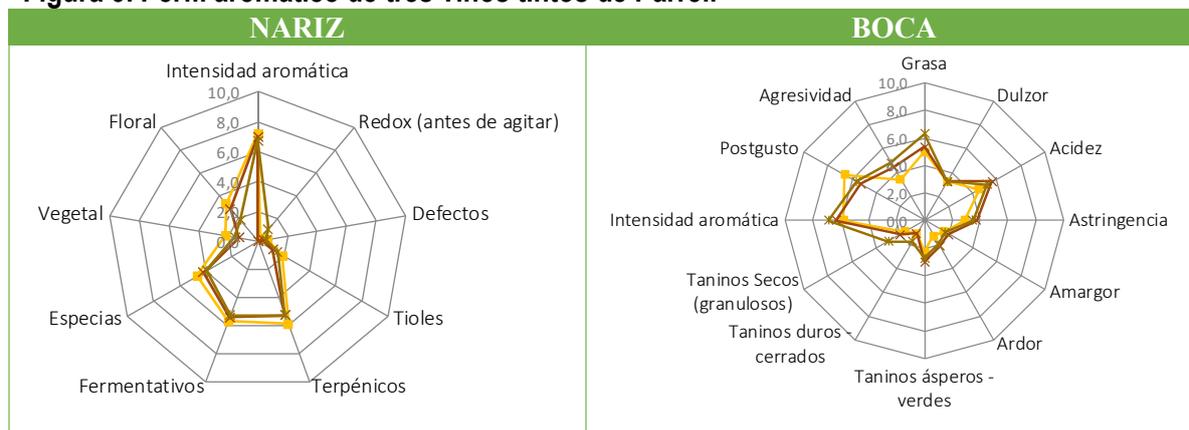
En la **Tabla 7** se muestran los valores de los parámetros agronómicos y enológicos de tres vinos, uno de 2016 y dos de 2017. En los datos agronómicos se observa estabilidad en cuanto al número de bayas por racimo, mientras que el número de racimos por cepa muy inferior en 2017 ha afectado a la producción, peso del racimo y peso de baya. Los datos enológicos muestran vinos tintos con una analítica adecuada y acorde a las características descritas para estos vinos en las Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) de Aragón, grado bajo, buena acidez y pH medio alto con ácido málico medio alto, el contenido en potasio es superior a 1,3 g/l (datos no mostrados) que explican el pH observado en estos vinos; destaca la intensidad de color adecuada y suficiente incluso presentando polifenoles totales bajos, circunstancia similar a lo observado en los vinos tintos de Parraleta, variedad minoritaria del Somontano.

Tabla 7: Parámetros agronómicos y físico-químicos de Parrel.

AÑO	2016	2017
Fechas de vendimia	26/9	22/9
Producción kg/cepa	11,7	4,0
Peso del racimo g	586	411
Peso 100 bayas g	171	248
n. de bayas por racimo	170	165
n. racimos por cepa	20,0	9,6
Azúcares reductores (g/l)	0,80	0,90
Grado alcohólico (%v/v)	13,29	13,49
Extracto seco total	24,00	26,70
Acidez total (ác. tartárico) (g/l)	5,90	5,60
Acidez volátil (ác. acético) (g/l)	0,32	0,46
pH	3,60	3,74
Ácido málico (g/l)	1,30	1,75
Dióxido de azufre total (mg/l)	33,00	87,00
Dióxido de azufre libre (mg/l)	5,00	12,00
Intensidad de color	12,43	8,33
IPT (Abs 280 nm)	39,60	34,10

Los perfiles sensoriales de los vinos de las dos cosechas son prácticamente idénticos, **Figura 3**, esto es indicativo de la estabilidad sensorial de la variedad. Los aromas más destacados son terpénicos frutados, especiados y fermentativos, con gran intensidad de los mismos. En el gusto destaca la intensidad aromática y la acidez, observando ausencia casi total de los descriptores tánicos.

Figura 3. Perfil aromático de tres vinos tintos de Parrel.



Con Parrel y durante los dos años se han vinificado rosados, las características de estos vinos se detallan en (Franco 2018b) sensorialmente presentan una intensidad media alta, destacando los aromas de carácter fermentativo, mientras que en el gusto destaca la intensidad aromática y la acidez.

4. Conclusiones

Los resultados muestran tres variedades adaptadas a las condiciones de cultivo de Aragón y tres tipos de vinos muy diferentes.

AMBROSINA-AUBUM, se ha destapado como una variedad que se cultivaba en municipios de las actuales DO Campo de Borja y Cariñena, que presenta una buena producción y fundamentalmente un gran potencial frutal. Es una variedad adaptada a las condiciones de cultivo del Valle del Ebro de gran interés para producir vinos del año de gran carga frutal y gusto suave.

BETURIAN, es una variedad que se ha adaptado bien al cultivo en tierra bajas del valle del Ebro, produce vinos de color y carga polifenólica adecuados y grado bajo, este último es de gran interés en previsión de aumento de la temperatura. Se prevé una variedad bien adaptada a condiciones más extremas de temperatura y lluvias provocadas por el cambio climático. La peculiaridad aromática junto con la acidez son signos de singularidad de esta variedad.

PARREL, se ha localizado a lo largo de la depresión aragonesa del Ebro, es una zona semiárida con precipitaciones anuales que habitualmente no superan los 400 mm y temperaturas medias anuales que oscilan entre los 4-6 °C de enero y los 22-24 °C en julio. La elevada oscilación térmica anual, induce a pensar que se trata de una variedad con gran capacidad de adaptación a diferentes situaciones climáticas. Su producción es muy buena, los vinos presentan un buen color, en aroma destaca su perfil frutado y especiado y en boca la suavidad de sus taninos. Es una variedad que estuvo bastante extendida, siete localizaciones, adaptada a condiciones de cultivo desfavorables y que esperamos se implante su cultivo.

5. Bibliografía

ANDREU, J; BUHNER, T. FRANCO, E; GOGORCENA, Y; MENÉ, R; NUÑEZ N; 2009.

Caracterización ampelográfica y molecular de variedades tintas de vides antiguas y sin catalogar de Aragón. 32º Congreso de la OIV Zagreb.

ANDREU, J; FRANCO, E; MENÉ, R; NUÑEZ N; GOGORCENA, Y; BUHNER, T. 2010. **Caracterización ampelográfica y molecular de variedades tintas de vides antiguas y sin catalogar de Aragón.** SURCOS 116, 30-32.

FRANCO, E, PAVON, A, USON, J, HERRERO, E. 2018a. **Valorización de las variedades de vid minoritarias del Piedemonte Pirenaico. Proyecto Interreg POCTEFA “VALOVITIS”.** XXXIII Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Orense. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

FRANCO, E., USON, J., ANDREU, J., PAVON, A. GOGORCENA, A., LÓPEZ, R., HERRERO, E. 2018b. **PARREL, vinífera aragonesa de la depresión del Ebro. Adaptación a terroir semiáridos de cultivo.** E3S Web of Conferences, Volume 50, id.01021XII Congreso Internacional Terroir. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185001045>. Bibcode 2018E3SWC.5001045F

GOGORCENA, Y. 2007; **Informe final** del proyecto “Recuperación y caracterización de variedades de vid en peligro de extinción en la mitad norte de España”.

LOSADA, A., DIAZ, E., VARIOS. 2015. **Guía de variedades minoritarias I.** XXX Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Logroño. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ISBN: 978-84-491-1450-2

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación FEDER del Proyecto INTERREG POCTEFA VALOVITIS (Ref. EFA017/15) “Valorización de las variedades de vid minoritarias del Piedemonte Pirenaico”.

Los análisis físico-químicos se han realizado en la Laboratorio Agroambiental de Gobierno de Aragón.

Aptitud enológica de variedades de vid cultivadas en zonas de montaña

María Sánchez-Monfort (1), Pilar Gracia (2), Ernest Guasch (2), Manuel López-Vicente (1*), Juan José Irigoyen (3), Yolanda Gogorcena (1)

(1) Departamento de Pomología, * Depto. de Suelo y Agua, Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC), Avda de Montañana 1005, 50059 Zaragoza (Zaragoza). (2) Bodegas Bal Minuta S.C.P., C/Baja 7, 22637 Barbenuta (Huesca). (3) Universidad de Navarra, Dpto. de Biología Ambiental, Grupo de Fisiología del Estrés en Plantas, Unidad Asociada al CSIC (EEAD, Zaragoza e ICVV, Logroño), Facultad de Ciencias, C/Irunlarrea 1, 31008, Pamplona (Navarra)

Resumen

En la actualidad, la viticultura debe re-orientar sus prácticas culturales hacia el cultivo y adaptación de nuevos materiales que den respuesta a las demandas del consumidor y al mercado del vino. De manera inminente deben priorizarse los programas que minimicen los problemas derivados del cambio climático. Está demostrado que el aumento de la temperatura acelera la fenología de la vid y afecta a las características y propiedades de la uva y el vino. En estas condiciones, el contenido en azúcares de la uva aumenta respecto al contenido de antocianos, y como consecuencia, los vinos desarrollan un mayor grado alcohólico y un menor contenido en polifenoles totales. En este contexto, cada vez son más los expertos que opinan que las condiciones climáticas (temperatura y humedad del aire) y de los suelos (composición mineral y propiedades físico-químicas) en zonas de altura, podrían ser las adecuadas para corregir estas características no deseadas en los vinos. El presente trabajo, realizado en el marco del proyecto “Recuperación y puesta en valor de variedades de vid antiguas de montaña (Tierra de Biescas – Huesca)”, ha evaluado la aptitud enológica de variedades de vid cultivadas en viñas entre 700 y 1300 m de altitud en la provincia de Huesca.

1. Introducción

En el siglo I, el vino ya era conocido por ser un producto abundante en regiones limítrofes a Cataluña, e incluso Cariñena ya se nombraba por la calidad de sus caldos. Durante la Edad Media en Aragón, el vino era un producto, cuya influencia en la economía de la época, junto con el trigo fue de gran importancia, y sirvió como sustento durante varias generaciones (Estella Álvarez, 1981). Posteriormente, tras los daños producidos por el ataque de la filoxera, introducida en Europa a mediados del siglo XIX, nació la viticultura moderna en España, y en Aragón en particular. La solución para impedir el establecimiento permanente de la filoxera y la completa destrucción de los viñedos fue la creación de las estaciones ampelográficas para la introducción de la vid americana (Estella Álvarez, 1981).

En las condiciones climáticas actuales está demostrado que los inviernos están siendo cada vez más cálidos, lo que está provocando una serie de desarreglos en los cultivos. Entre los efectos más destacados está el aumento de la temperatura que acelera la fenología de la vid, se adelanta la floración, y todo conlleva a que las variedades produzcan uvas con mayor grado alcohólico, menor color y mayor pH en el mosto. Según las previsiones del Panel de Expertos sobre el Cambio Climático se señala un aumento de la temperatura media del planeta que podría llegar a valores de 4°C por encima de los registrados actualmente (IPCC, 2014). Por ello, varios grupos a nivel mundial están investigando el comportamiento de las variedades de vid en condiciones climáticas alternativas para poder paliar los efectos derivados del cambio climático.

Este estudio se ha realizado en el marco de un proyecto, en colaboración con el grupo de cooperación de agentes del sector agrario “Vinos de Altura”, y cuyo objetivo general ha sido la caracterización, evaluación y recuperación de variedades de vid adaptadas a zonas de alta Montaña. Los dos objetivos específicos planteados han sido, caracterizar, identificar y conservar las variedades de vid recuperadas; y evaluar el potencial agronómico y enológico de las variedades adaptadas a zonas de altura. Para ello, se ha determinado la calidad tecnológica y fenólica de la uva y mosto de seis variedades comerciales y tres variedades recuperadas, y se ha evaluado el potencial enológico de los vinos, centrándose en su composición química.

2. Material y métodos

2.1. Materia Vegetal

Este estudio se ha realizado en dos parcelas en la provincia de Huesca, ubicadas en Barbenuta (Biescas) a 1212 m de altitud, y en el Valle de Hecho a 673 m de altitud. Se han estudiado nueve variedades de vid, seis son variedades comerciales y las otras tres son variedades recuperadas en la zona. En la **Tabla 1** se incluye el nombre, tipo de uva, la ubicación y la fecha de vendimia para cada una de ellas.

Tabla 1. Variedades estudiadas, ubicación en origen y fecha de vendimia en 2018.

Variedades Comerciales			
Variedades	Tipo de Uva	Ubicación	Fecha de Vendimia
Cabernet Franc	Tinta	Barbenuta, Biescas	8 de octubre de 2018
Chardonnay	Blanca	Barbenuta, Biescas	29 de septiembre de
Garnacha Tinta	Tinta	Valle de Hecho, Huesca	27 de septiembre de
Gewürztraminer	Blanca	Barbenuta, Biescas	25 de septiembre de
Pinot Noir	Tinta	Barbenuta, Biescas	29 de septiembre de
Riesling	Blanca	Barbenuta, Biescas	8 de octubre de 2018
Variedades Desconocidas			
B1	Blanca	Barbenuta, Biescas	29 de septiembre de
B4	Tinta	Barbenuta, Biescas	8 de octubre de 2018
C2A	Blanca	Barbenuta, Biescas	29 de septiembre de

2.2. Caracterización Genética

La caracterización genética se llevó a cabo, en las variedades desconocidas descritas en la **Tabla 1**, siguiendo el protocolo propuesto por Buhner et al. (2010). Las muestras de hojas jóvenes se tomaron en julio de 2018.

2.3. Caracterización de la Aptitud Enológica

Análisis de la uva y del mosto. Los análisis de las muestras de uva procedentes de la vendimia de 2018, se llevaron a cabo en la Unidad Asociada al CSIC de la Universidad de Navarra, siguiendo los métodos descritos en Torres et al. (2016). Para determinar la **madurez tecnológica**, los análisis para cada variedad se realizaron en tres muestras de quince bayas cada una, y se midieron los Sólidos Solubles Totales (SST), con un refractómetro digital ABBE, y

se expresaron como °Brix, el pH se determinó mediante un pHmetro Crison micropH 2000 y la acidez total (g TA/l) mediante una valoración ácido-base. El contenido de ácido L-málico (g/l) se determinó con el método enzimático, siguiendo las recomendaciones del fabricante *Enzytec L-Malic Acid; R-Biopharm (Darmstadt, Germany)*. Para determinar **la madurez fenólica** del mosto, se realizaron para cada variedad análisis en tres repeticiones de veinte bayas cada una, siguiendo el procedimiento propuesto por Torres et al. (2016). Se determinaron Características cromáticas, del extracto macerado a pH 1,0 los Antocianos totales y del macerado a pH 3,2, los Antocianos extractables y el Índice de Polifenoles Totales (IPT).

Caracterización química del vino. Para el estudio preliminar se llevó a cabo el análisis en los vinos recién fermentados de la vendimia del año 2018 (**Tabla 1**). Los detalles de la metodología seguida están descritos en Sánchez-Monfort (2019). Las variedades blancas Chardonnay, Gewürztraminer y Riesling, fueron mezcladas en bodega y se analizaron como ‘Coupage’ Blanco. La analítica del vino, se realizó según la metodología del Laboratorio Agroambiental, del Gobierno de Aragón y se determinaron, entre otros, el grado alcohólico, el pH, contenido en azúcares reductores, ácido málico, ácido láctico, el índice de polifenoles totales (IPT), la intensidad de color, etc.

3. Resultados

3.1. Caracterización Genética

En la **Tabla 2**, se muestra el perfil molecular obtenido con los seis microsatélites en las tres variedades estudiadas. Como resultado de la búsqueda de los perfiles de las variedades desconocidas en la base de datos disponible en la EEAD-CSIC, se identificaron todas las tres variedades y corresponden con variedades analizadas anteriormente e incluidas en el Banco de Germoplasma de vid de Aragón (Movera, Zaragoza) y en la colección de vid de EVENA (Olite, Navarra).

Tabla 2. Genotipos moleculares de las accesiones desconocidas de vid incluidas en el estudio. El tamaño de los alelos en los seis microsatélites se expresa en pares de bases.

ACCESIÓN	VVS2	VVMD5	VVMD7	ZAG47	ZAG62	ZAG79
B1	137 142	229 237	241 241	162 162	162 162	186 188
B4	133 136	231 237	237 241	164 174	164 174	188 188
C2A	123 128	247 247	233 253	164 166	164 166	180 206

3.2. Caracterización Enológica

3.2.1. Parámetros Analíticos del Mosto

Los resultados sobre la **madurez tecnológica** se muestran en la **Tabla 3**. Los datos son la media y el error estándar del peso de 15 bayas, °Brix, pH, acidez titulable y ácido málico. Para todos los parámetros se encontraron diferencias significativas entre todas las variedades estudiadas.

Tabla 3. Media \pm error estándar (n=3) de los parámetros que determinan la madurez tecnológica en las nueve variedades de uva estudiadas. Para cada columna, las letras distintas indican diferencias significativas (Test de Duncan con $P \leq 0,05$).

Variedad	Peso 15 (g)	° Brix	pH	Acidez (g TA/l)	Ácido Málico (g/l)
B1	15,69 \pm 0,9 b	22,27 \pm 0,3 d	2,90 \pm 0,02 b	7,00 \pm 0,2 bc	1,82 \pm 0,2 b
B4	48,01 \pm 0,6 e	20,60 \pm 0,1 ab	3,17 \pm 0,03 d	6,00 \pm 0,2 ab	3,31 \pm 0,02 e
C2A	26,22 \pm 0,9 d	21,77 \pm 0,3 cd	2,70 \pm 0,01 a	10,20 \pm 0,6 d	3,33 \pm 0,4 e
Cabernet	12,99 \pm 0,2 a	22,00 \pm 0,1 d	3,01 \pm 0,00 c	6,89 \pm 0,2 bc	2,32 \pm 0,1 cd
Chardonnay	16,00 \pm 0,4 b	21,90 \pm 0,2 d	3,20 \pm 0,06 d	6,20 \pm 0,3 ab	2,72 \pm 0,2 de
Garnacha	20,03 \pm 2,1 c	24,90 \pm 0,3 e	2,86 \pm 0,02 b	5,60 \pm 0,4 a	0,86 \pm 0,1 a
Gewürztramin	12,35 \pm 0,3 a	21,20 \pm 0,2 bc	3,17 \pm 0,03 d	5,29 \pm 0,2 a	1,91 \pm 0,1 bc
Pinot Noir	22,27 \pm 0,6 cd	20,93 \pm 0,2 ab	3,15 \pm 0,02 d	6,00 \pm 0,5 ab	2,96 \pm 0,1 e
Riesling	15,78 \pm 1,1 b	20,40 \pm 0,2 ab	2,85 \pm 0,01 b	7,70 \pm 0,1 c	1,99 \pm 0,1 bc

Referente a los grados Brix, destacó la variedad Garnacha Tinta, con 24,90 °Brix, por su mayor contenido, y las variedades, Riesling, B4, Pinot Noir y Gewürztraminer por tener los niveles de azúcares significativamente menores al resto de variedades. Respecto a la acidez total (g TA/l), cinco de las variedades estudiadas presentaron valores similares de acidez, entre 5,29 g TA/l en Gewürztraminer y 6,20 g TA/l en Chardonnay. La variedad desconocida C2A es la que presentó un valor de acidez significativamente por encima de las demás (10,20 g TA/l). El contenido en ácido málico fue significativamente diferente entre las variedades estudiadas siendo la variedad Garnacha Tinta la que mostró el menor contenido (0,86 g TA/l).

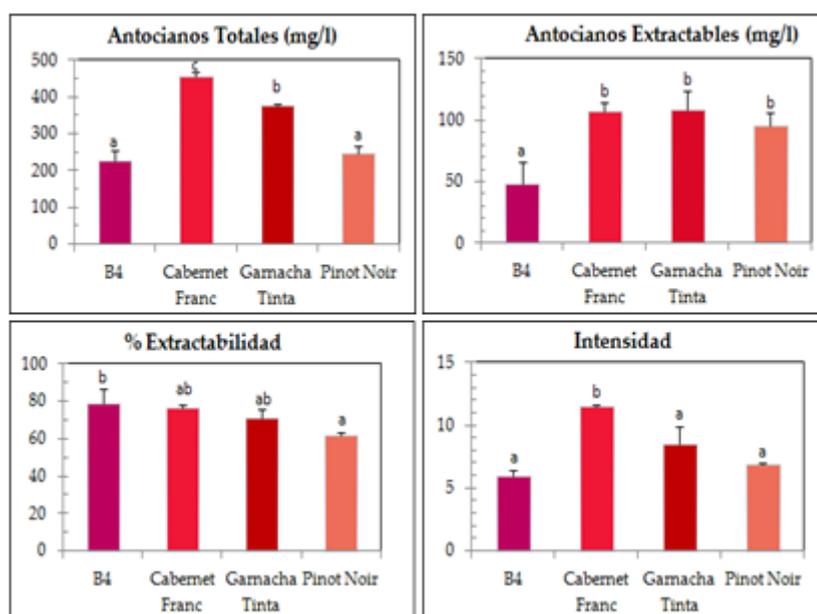


Fig.1. Media y error estándar (n=3) de los parámetros analíticos del mosto. Las cuatro variedades tintas se muestran con tonalidades diferentes de granates, rojos y naranjas. Para cada barra, las distintas letras indican diferencias significativas (Test de Duncan con $P \leq 0,05$).

Los resultados de los parámetros que definen la **madurez fenólica** de la uva se muestran en la **Fig.1**: antocianos totales (mg/l), antocianos extractables (mg/l), % extractabilidad e intensidad de color. La variedad Cabernet Franc, se diferenció significativamente del resto de variedades, por su mayor contenido en antocianos totales e intensidad de color. Por el contrario, las variedades B4 y Pinot Noir, fueron las que presentaron menor contenido en antocianos, y junto a la Garnacha Tinta, mostraron valores significativamente inferiores en intensidad respecto al resto de variedades.

3.2.1. Parámetros Analíticos del Vino

En la **Tabla 4** y **Fig.2** se muestran los resultados referentes a las analíticas del vino en las siete muestras estudiadas. Las variedades blancas B1 y C2A, destacaron por su elevado grado alcohólico, pH y acidez. Sin embargo, la variedad tinta desconocida B4, presentó valores de grado alcohólico, acidez, intensidad de color e IPT 280, significativamente inferiores al resto de las variedades tintas comerciales. Por otro lado, las variedades tintas comerciales presentaron valores de grado alcohólico, pH y acidez total, elevados pero similares entre ellas. Destaca la variedad Cabernet Franc, por mostrar valores de intensidad de color e IPT 280 superiores al resto de variedades.

Tabla 4. Media de los parámetros del vino en las siete muestras analizadas. Las variedades Chardonnay, Gewürztraminer y Riesling, se agrupan en la muestra denominada Coupage Blanco.

	B1	B4	C2A	Coupage Blanco	Cabernet Franc	Garnacha Tinta	Pinot Noir
Grado alcohólico (%v/v)	11,93	10,76	13,25	12,61	12,38	14,13	14,28
Azúcares Reductores (g/l)	0,71	0,46	0,85	0,85	1,15	1,07	1,28
Extracto seco total (g/l)	20,35	18,64	20,09	22,76	28,83	27	28,36
pH	2,82	3,54	2,96	2,96	3,13	3,11	3,35
Acidez Total (g TA/l)	9,97	6,38	9,22	10,65	9,69	9,63	8,39
Acidez Volátil (g/l)	0,41	0,4	0,43	0,42	0,235	0,33	0,45
Ácido málico (g/l)	1,17	0,005	1,51	2,74	2,61	1,1	0,12
Ácido láctico (g/l)	0,01	1,57	0,42	0,015	0,11	0,19	1,63
Intensidad de color	0,84	4,59	0,69	1,98	17,19	9,22	12,84
IPT	5,9	20,1	8,3	10,7	72,7	46,7	54,7

Para poder discernir en su conjunto el efecto de todos los parámetros analíticos del vino en las variedades estudiadas, se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales (ACP) (Fig.2.). Los dos ejes explican un 75,4 % de la variabilidad total, el 45,8 % se recoge sobre el eje de abscisas y el 29,6 % sobre el eje de las ordenadas.

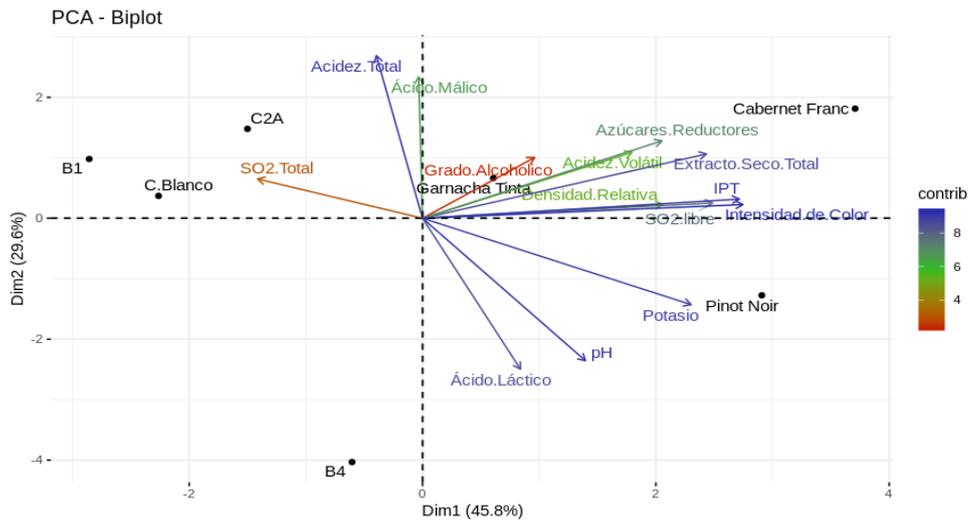


Fig.2. Análisis de Componentes Principales (ACP) de los parámetros analíticos del vino en las 7 muestras estudiadas (las variedades Chardonnay, Gewürztraminer y Riesling, están incluidas como Coupage Blanco).

En la Fig 2, se observa cómo las variedades blancas B1, C2A y Coupage de Blancos (Chardonnay, Gewürztraminer y Riesling) se asocian con niveles altos de acidez total y contenido en ácido málico. En el eje opuesto, las variedades tintas, Cabernet Franc y Garnacha Tinta, se asocian con vinos con valores altos de extracto seco, intensidad de color e IPT 280. La variedad Pinot Noir, presentó valores altos de pH, potasio, intensidad de color e IPT. Por el contrario la variedad desconocida B4 destacó por la baja intensidad de color y bajo IPT de sus vinos.

4. Conclusiones

1. En este trabajo se han identificado las tres accesiones de vid recuperadas, las tres presentan genotipos distintos y corresponden con variedades desconocidas pero ya incluidas en otras colecciones de germoplasma de vid.

2. La variedad desconocida B1 presentó características similares al resto de variedades blancas comerciales, tanto en las características del mosto como en las del vino, pudiendo ser apta para la elaboración de vino blanco como un “coupage” con el resto de las variedades comerciales estudiadas.

3. El vino elaborado a partir del “coupage” de las variedades blancas (Chardonnay, Gewürztraminer y Riesling) cultivadas a 1200 m de altitud presentó una buena aptitud enológica en concordancia con el equilibrio aportado respecto a la madurez tecnológica en la uva de estas variedades.

4. En las variedades tintas estudiadas, se encontró diversidad en cuanto a su potencial enológico. Destacaron la variedad B4 por su baja intensidad de color e Índice de Polifenoles Totales (IPT) en mosto y en vino, y la variedad Cabernet Franc por producir mostos y vinos con gran intensidad de color e IPT 280.

5. Las variedades tintas comerciales (Cabernet Franc, Garnacha Tinta y Pinot Noir) cultivadas a 1200 m de altitud presentaron aptitudes enológicas que en conjunto, justificarían la elaboración de vino tinto como un “coupage” de las tres variedades.

6. Todas las variedades incluidas en este trabajo están bien adaptadas a las zonas de altura, producen vinos con menor grado alcohólico y mayor intensidad de color, y se consideran con aptitudes enológicas idóneas para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático en los vinos derivados.

5. Bibliografía

BUHNER-ZAHARIEVA, T.; MOUSSAOUI, S.; LORENTE, M.; ANDREU, J.; NÚÑEZ, R.; ORTIZ, J.M.; GOGORCENA, Y. 2010. **Preservation and molecular characterization of ancient varieties in spanish grapevine germplasm collections**. Am. J. Enol. Vític. 61, 557–562.

ESTELLA ÁLVAREZ, M.C. 1981. **El viñedo en Aragón**. Zaragoza: Institución “Fernando el Católico.”

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2014. **Mitigation of Climate Change. Contribution of WorkingGroup III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. En: **Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, UnitedKingdom/New York, USA.

SÁNCHEZ-MONFORT, M. **Estudio de la aptitud enológica de variedades de vid adaptadas a zona de montaña**. Trabajo Fin de Grado. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Febrero 2019.

TORRES, N.; GOICOECHEA N.; MORALES F.; ANTOLÍN M.C. 2016. **Berry quality and antioxidant properties in *Vitis vinifera* cv. Tempranillo as affected by clonal variability, mycorrhizal inoculation and temperature**. Crop Past. Sci. 67, 961-977.

6. Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del proyecto “Vinos de Altura” **GCP-2018-998-00** co-financiado por el Programa de Desarrollo Rural de Aragón sub-medida 16.2 (2014-2020) y FEADER. Se agradece la coordinación al Ayuntamiento de Biescas, y a los socios participantes. Agradecemos la asistencia técnica de Mónica Oyarzun del Grupo de Fisiología del Estrés en Plantas, Unidad Asociada al CSIC de la Universidad de Navarra (EEAD-ICVV-UNAV), de Antonio López y personal de la Unidad Técnica de Alimentación, Área de Uvas, Vinos derivados, en el Laboratorio Agroambiental del Gobierno de Aragón y de Carlos Lahoz de la Unidad Técnica de Plantas de Vivero del Centro de Sanidad y Certificación Vegetal del Gobierno de Aragón.

Aptitud enológica de levaduras aisladas de *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*

Víctor Tirado Martín, Xoán Elorduy Vidal, Anna Puig-Pujol

Sección de Investigación Enológica, Institut Català de la Vinya i el Vi-Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA-INCAVI). Plaça Àgora, 2. 08720 Vilafranca del Penedès (Barcelona). 93 890 02 11.
anna.puig@irta.cat / xoan.elorduy@gencat.cat

Resumen

El impacto del calentamiento global en la viticultura está afectando a la calidad de las uvas y sus vinos. Dentro de las diferentes estrategias que se proponen para la remediación de estos cambios fisicoquímicos se han propuesto distintas líneas de acción tanto físicas como microbiológicas. En el proyecto que abarca este trabajo se han aislado y clasificado mediante técnicas moleculares 30 grupos de cepas de *Saccharomyces* de fermentaciones espontáneas de uvas de vides silvestres procedentes de 30 localizaciones del Norte de España. Este estudio presenta el potencial que tienen estas levaduras para revertir los efectos del cambio climático sin comprometer la calidad final de los vinos producidos. Se han podido seleccionar cepas de *Saccharomyces* capaces de recuperar la acidez perdida en la maduración de las uvas mejorando no sólo el frescor y el potencial de envejecimiento de los vinos, sino que también se observan mejoras tanto en el pH (disminución de 0,1 unidades) como en la síntesis de metabolitos secundarios considerados como parámetros de calidad como es el glicerol, observando incrementos en su producción de más de 3 g/L respecto a la cepa comercial de referencia utilizada en este trabajo.

1. Introducción

El cambio climático es una evidencia a nivel global (IPCC, 2014) y su incidencia sobre la vitivinicultura actual es ya una realidad. El calentamiento global está afectando actualmente a las regiones típicamente vitivinícolas dónde buscando la maduración fenólica de las diferentes variedades, se está alargando el tiempo de maduración. Se ha descrito un incremento del tiempo de maduración de hasta 20 días en 25 años en Bordeaux (van Leeuwen & Darriet, 2016) con las descompensaciones entre la maduración fenólica y tecnológica que esto supone. Además, el efecto sobre la viticultura no se restringe solo a la maduración de la uva, sino que también tiene efectos en el crecimiento vegetativo de la vid (déficit hídrico, incremento de la radiación UV, temperaturas elevadas...).

Estos cambios en las condiciones climáticas de crecimiento y maduración del fruto de la vid han demostrado tener un impacto directo en las características fisicoquímicas de los

mostos, incrementando la concentración de azúcares y reduciendo la presencia de ácidos orgánicos, aumentando así el pH de los mostos y disminuyendo la acidez total (van Leeuwen & Darriet, 2016). Este incremento en la concentración de azúcares se ha descrito como inductor de estrés osmótico en *Saccharomyces cerevisiae* que puede derivar en un incremento de la producción de ácido acético (Hohmann & Mager, 2002).

Además, estas variaciones en la composición de los mostos, conlleva un cambio en la biodiversidad de las levaduras que encontramos asociadas a la vid (Coulter et al., 2008).

Entre todas las estrategias propuestas por la comunidad científica para paliar los efectos del calentamiento global en la vitivinicultura (tratamientos físicos, químicos y microbiológicos) en este trabajo se ha profundizado en el estudio de la microbiota aislada de ambientes enológicos naturales o salvajes como una herramienta económica y respetuosa con el medio ambiente, ya que el resto de opciones requieren el uso de una gran cantidad de energía o de materiales sintéticos (como las resinas de intercambio) que requieren de posteriores regeneraciones industriales para su uso.

En concreto, este estudio se centra en el estudio de la microbiota asociada a *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*, la antecesora silvestre de la vid domesticada. Esta subespecie de vid ha demostrado mantener una elevada acidez a lo largo de la maduración, un pH moderado y una alta intensidad colorante (Ocete et al., 2011). Por tanto, presenta unas características que la hacen ideal para un estudio agronómico en la búsqueda de nuevos genotipos adaptados al cambio climático. Mediante el estudio no solo de las características agronómicas, sino también de la microbiota asociada a las vides silvestres, se pretende dar una respuesta multidisciplinar a la remediación de los efectos del cambio climático en el vino para dotar a la industria de herramientas útiles.

2. Material y Métodos

2.1. Evaluación de la colección de levaduras de vides silvestres

Las diferentes cepas de *Saccharomyces* que se han utilizado en este estudio provienen de un trabajo previo centrado en el aislamiento de levaduras procedentes de vides

silvestres. Las muestras de uvas silvestres se recolectaron de plantas femeninas en 30 localizaciones del norte de España durante octubre y noviembre de 2015.

A partir de esta colección se realizaron microvinificaciones en condiciones de anaerobiosis con cápsulas de Müller para una primera selección de *Saccharomyces* aptas para la vinificación de mostos estándar suplementados hasta 250 g/L de azúcar a dos temperaturas (18°C y 25°C) y en presencia de sulfuroso (70 mg/L de sulfuroso total) o ausencia del mismo. En esta primera etapa, se realizó un estudio de la cinética fermentativa de las diferentes cepas y de los parámetros enológicos básicos del vino resultante (acidez total, producción de sulfhídrico, producción de ácido acético, azúcares residuales...). Los vinos obtenidos se caracterizaron cuando la fermentación alcohólica se dió por finalizada o, en su defecto, a los 30 días de fermentación. Mediante este trabajo se pudo focalizar el estudio de las 30 cepas iniciales, en 5 *Saccharomyces* que presentaban un mayor interés desde el punto de vista enológico. Con estas cinco cepas se realizaron las vinificaciones a escala semi-industrial.

2.2. Vinificaciones piloto de las cepas seleccionadas

Después del primer estudio de la aptitud de las diferentes cepas para la vinificación de mostos, se realizaron microvinificaciones a una escala mayor y con mosto procedente de uvas de vides silvestres procedentes de 2 colecciones: la colección de la Estación de Fruticultura de Zalla (Bizkaia) en Euskadi y la de "El Encín" en Alcalá de Henares (Madrid). Estas uvas se derraparon y la pasta obtenida se repartió en depósitos de 10 L con aproximadamente 9 kg de pasta/depósito.

Se inocularon las 5 cepas seleccionadas, una cepa control (Lalvin CLOS™) y un inóculo mixto con las 5 cepas de interés. Las vinificaciones de las diferentes cepas se realizaron por duplicado utilizando aislados de 2 localizaciones diferentes por cada cepa del estudio.

Se hizo un seguimiento de las vinificaciones para poder tener un registro de la cinética fermentativa y se hicieron analíticas tanto del mosto inicial como de los vinos obtenidos después de una estabilización por frío de un mes a 0°C.

3. Resultados

Los resultados del presente estudio muestran la aptitud de estas cepas para fermentar un mosto estándar que presentaba un grado alcohólico probable de 13,5%. En todos los casos se consideraron acabadas las fermentaciones, presentando unos valores de azúcares residuales inferiores a 2 g/L.

3.1. Resultados de la primera selección de cepas de *S. cerevisiae* de vides silvestres

En primer lugar, se realizó entre los 30 grupos de cepas de *S. cerevisiae* aisladas de vides silvestres una selección de las que presentaban una mayor aptitud para fermentar mostos en condiciones límite, pero factibles actualmente en la industria vinica (250 g/L de azúcar, temperaturas de 18°C y 25°C y valores de sulfuroso total de 0 mg/L y 70 mg/L). Se realizaron un total de 140 microvinificaciones ya que se evaluaron las 30 cepas en 4 condiciones diferentes y también se repitieron algunas cepas utilizando aislados de diferentes localizaciones. En la Figura 1 se muestra el número de vinificaciones como el porcentaje respecto al total en cuanto al azúcar residual remanente al final de la FA.

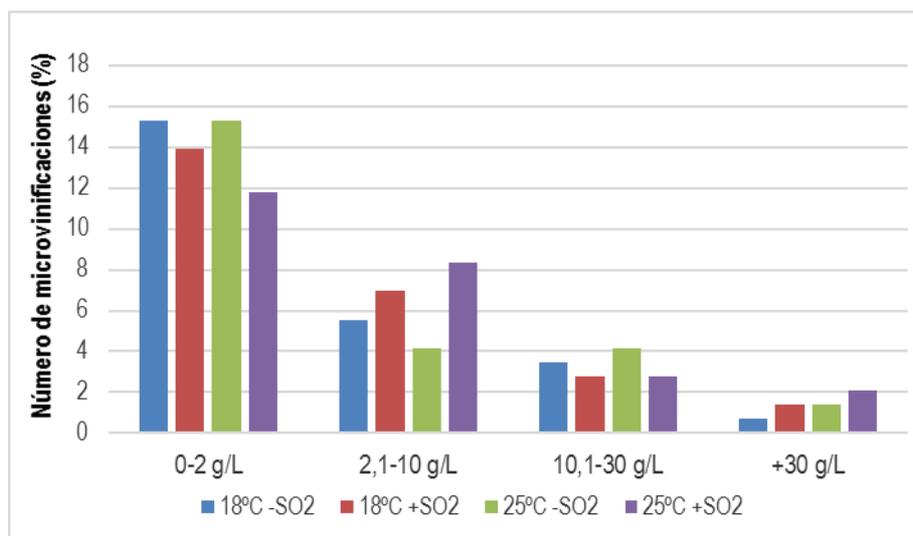


Fig. 1. Azúcares residuales en las vinificaciones después de 30 días

Como podemos ver en la Figura 1, hay una diversidad por lo que respecta a la capacidad de fermentar la totalidad de los azúcares en las condiciones previamente descritas y pudimos constatar que el 56,25% de las vinificaciones finalizó con unos valores aceptables de azúcares a final de fermentación alcohólica (< 2 g/L).

También se analizó la producción de algunos metabolitos asociados a la presencia de defectos en enología como es la producción de ácido acético. Como podemos ver en la Figura 2, la producción de este metabolito en ningún caso se encuentra por encima de los límites de percepción establecidos en la industria vínica (0,75-1g/L) aunque sí que se ha podido observar un efecto cepa dependiente en la producción de ácido acético dónde se pudieron seleccionar algunas cepas que presentaban una producción reducida de este metabolito en condiciones de estrés osmótico (250 g/L de azúcar en mosto). Se muestra la distribución por rangos de valor de ácido acético de los 140 vinos como porcentaje respecto al total de vinificaciones realizadas.

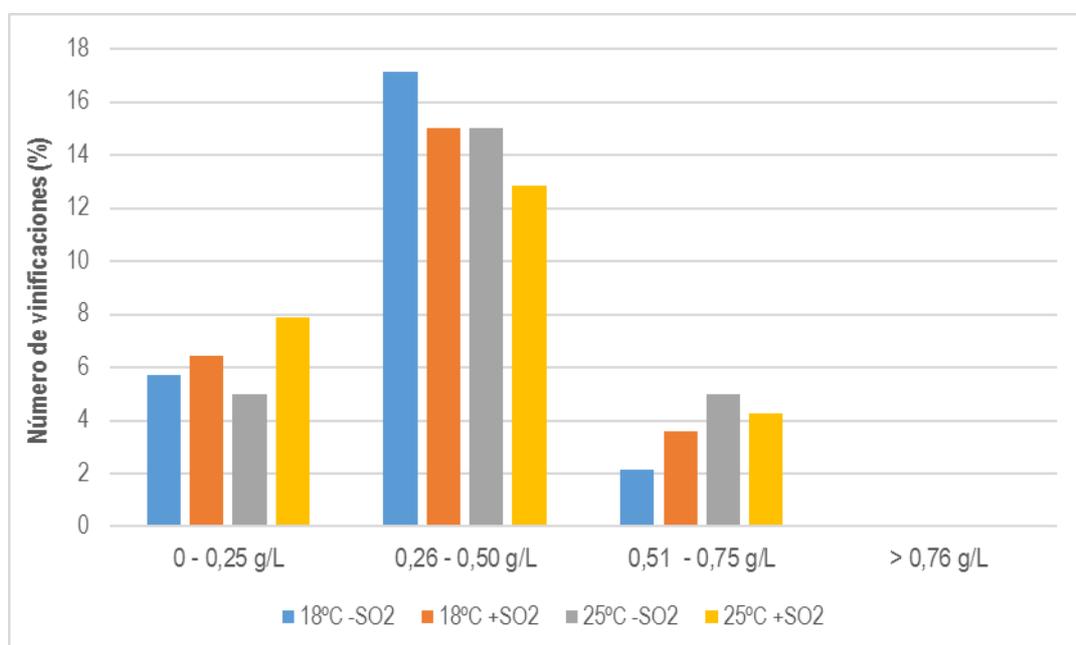


Fig. 2. Concentración de ácido acético en las vinificaciones después de 30 días

3.2. Resultados de las vinificaciones a escala semi-industrial con las cepas de *S. cerevisiae* seleccionadas con mosto de vides silvestres.

Después de esta primera selección de levaduras a escala de laboratorio, 5 grupos de *Saccharomyces* destacaron sobre las demás: grupos B1, B5, B6, B8 y B29. Se decidió evaluar estas levaduras a escala semi-industrial para ver si eran capaces de implantarse en la fermentación y desplazar a la microbiota residente en las uvas y constatar su aptitud enológica. La nomenclatura de las diferentes cepas (B1, B5, B6...) fue seguida de la identificación de la localización de procedencia (6F5, 10F1...). De esta manera se contrastó la identificación

genética de estas *S. cerevisiae* con el comportamiento enológico de las mismas. Para facilitar la visualización de los resultados, en la dinámica fermentativa sólo se ha incluido una de las réplicas de cada una de las cepas ya que tuvieron un comportamiento similar. Las vinificaciones se realizaron por duplicado.

Como podemos observar en la Figura 3, todas las vinificaciones acabaron la fermentación alcohólica y sólo se observaron 2 cepas (B5 y B6) que acabaron la fermentación 2 días después de la fermentación control (CLOS™). Además, algunas cepas (B1) presentaron una dinámica de consumo de azúcares ligeramente más rápida que la cepa control.

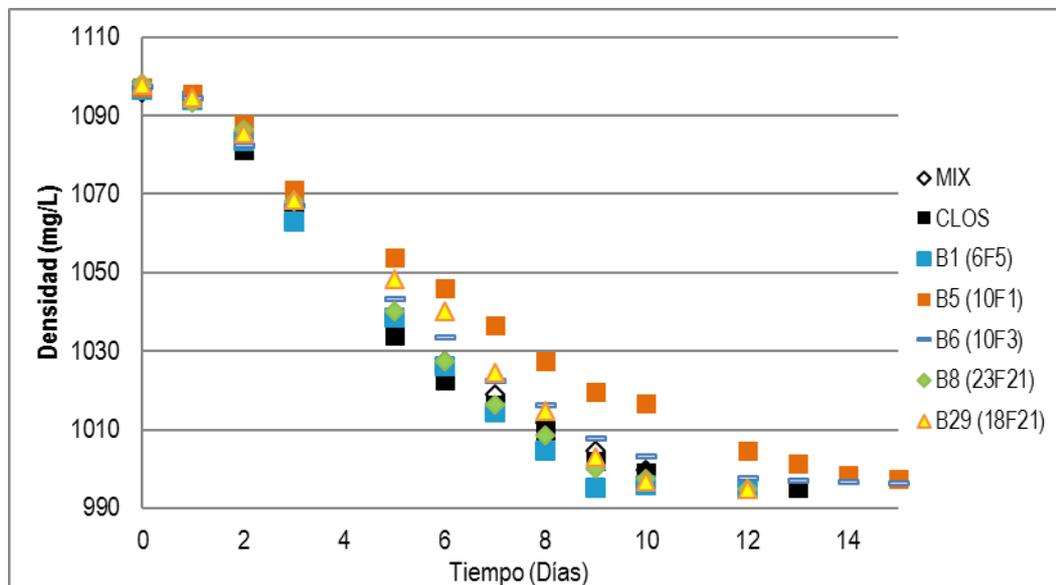


Fig. 3. Evolución de la densidad a lo largo de la fermentación alcohólica a escala semi-industrial

Una vez se dieron por finalizadas las vinificaciones, se estabilizaron en una cámara fría a 0°C durante 1 mes y posteriormente se analizaron parámetros fisicoquímicos básicos de calidad del vino.

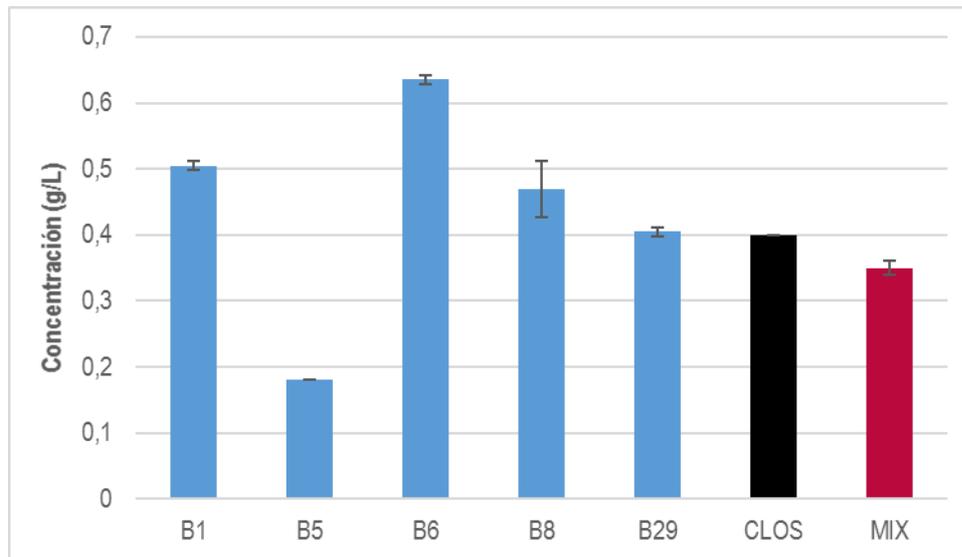


Fig. 4. Contenido de ácido acético de los vinos producidos a escala semi-industrial

Una vez más, se constató la importancia de una selección de cepas adecuada para la producción de vinos ya que se observaron diferencias de hasta 3 veces en la concentración de ácido acético dependiendo de la cepa utilizada. En este caso, destaca la cepa B5 como una cepa capaz de mantener la acidez volátil de los vinos producidos en valores de 0,18 g/L respecto a los 0,4 g/L producidos por la cepa control. Además, se observó una reducción estadísticamente significativa de la acidez volátil mediante un inóculo mixto respecto a las vinificaciones individuales.

En el caso de la vinificación mixta hay que tener en cuenta que 4 cepas producían igual o más ácido acético que la cepa control y sólo mediante la inclusión de la cepa B5 en el inóculo mixto se consiguió reducir la concentración de ácido acético en los vinos.

Entre los parámetros de calidad que se analizaron, se incluyó la acidez total ya que es un factor que está directamente relacionado con el cambio climático y el desfase entre la maduración fenólica y tecnológica de los vinos.

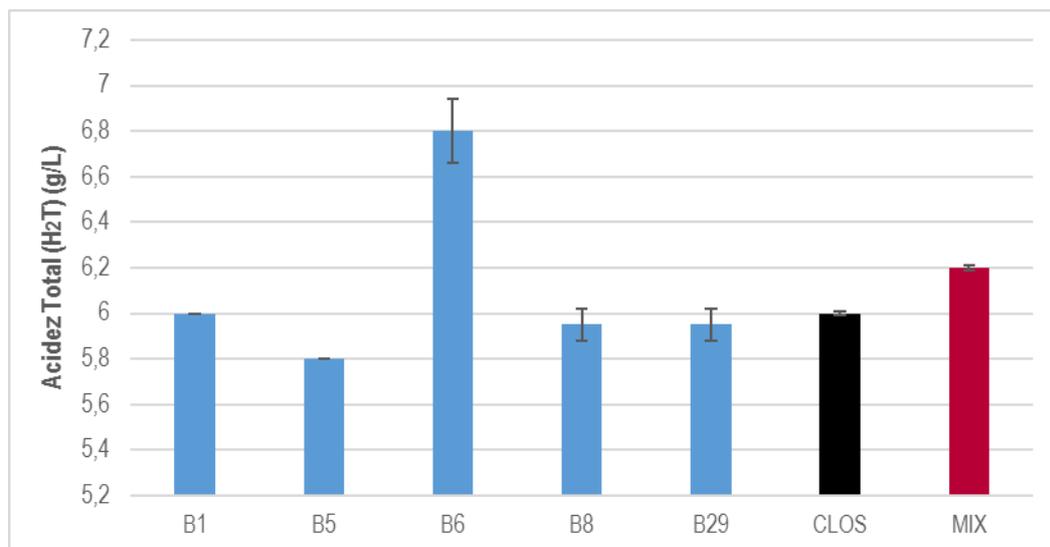


Fig. 5. Acidez total expresada en ácido tartárico de los vinos producidos a escala semi-industrial

En la Figura 5 se muestra la acidez total de los vinos producidos. En este caso, los valores que destacan son los de la cepa B6 donde se pudo constatar un aumento de la acidez total (expresada en ácido tartárico) de alrededor de 1 g/L respecto al resto de cepas y respecto a la cepa control. Además, también se observa un ligero incremento de la acidez total en el vino obtenido mediante un inóculo mixto de las cepas estudiadas. Esto refuerza la idea de que la incidencia sobre la acidez total es debida al uso de una cepa concreta de *S. cerevisiae* B6 y abre la puerta a una posible modulación de esta actividad metabólica mediante el uso de inóculos mixtos que permitan una acidificación controlada de los vinos de interés. Esta actividad metabólica resulta muy interesante para los vinos de gama alta tanto tintos como blancos ya que permitiría alargar el periodo crianza de los mismos. Además, por lo que respecta a la producción de vinos blancos y espumosos supone una recuperación de la acidez y, por tanto, del frescor de los vinos producidos, una característica cada vez más buscada en los vinos por el consumidor.

Relacionado con la acidez total deriva el valor del pH, un parámetro de calidad de los vinos que, además se relaciona con la estabilidad microbiológica y el color de los vinos.

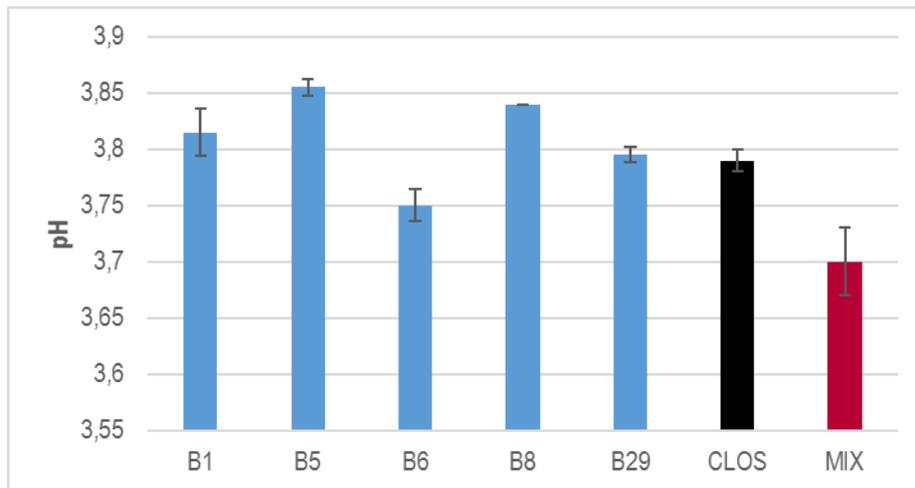


Fig. 6. pH de los vinos producidos a escala semi-industrial

Se observó que la FA llevada a cabo por la cepa B6 puede representar una reducción de hasta 0,1 unidades de pH respecto al uso de otras cepas. Hay que tener en cuenta que en las condiciones del estudio, una reducción de 0,1 unidades de pH puede suponer una reducción de la dosificación de SO₂ libre de 19 mg/L para obtener el mismo nivel de protección del vino (0,8 ppm de SO₂ molecular) (University of California Davis Department of Enology And Viticulture, 1982).

Además, se analizaron algunos parámetros asociados a la producción de vinos de calidad como la producción de glicerol.

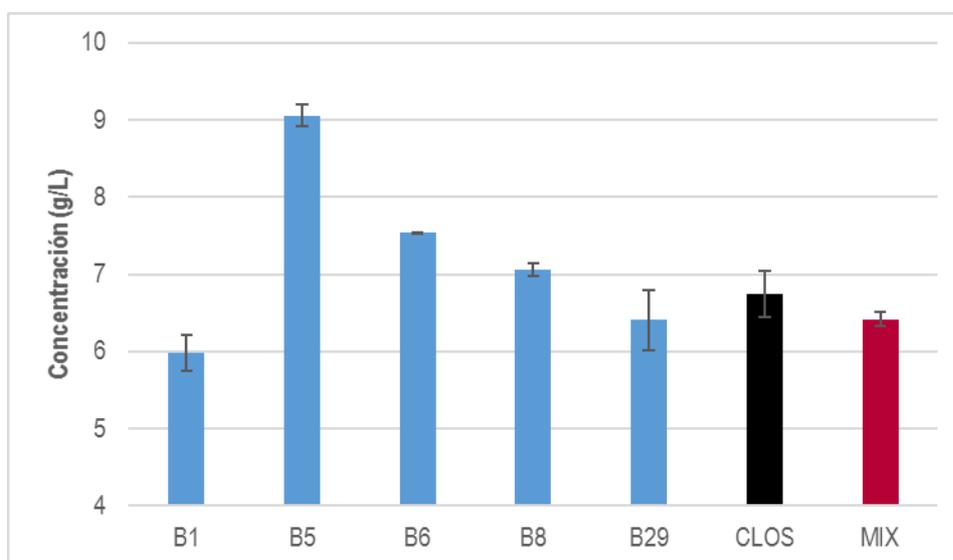


Fig. 7. Contenido de glicerol de los vinos producidos a escala semi-industrial

Por lo que respecta a la producción de glicerol, también se encontraron diferencias entre las cepas seleccionadas. Además, las *S. cerevisiae* que habían presentado un mayor interés para la remediación de los efectos del cambio climático tanto por la reducción de la producción de ácido acético (B5) como por el aumento de la acidez total de los vinos (B6) mostraron también un aumento en la producción de este metabolito respecto a la cepa control.

Por último, se analizó el grado alcohólico final de los vinos, buscando posibles cepas que pudieran desviar el consumo de azúcares a la producción de otros metabolitos o de biomasa como vías metabólicas capaces de desviar el consumo de azúcares a la producción de etanol.

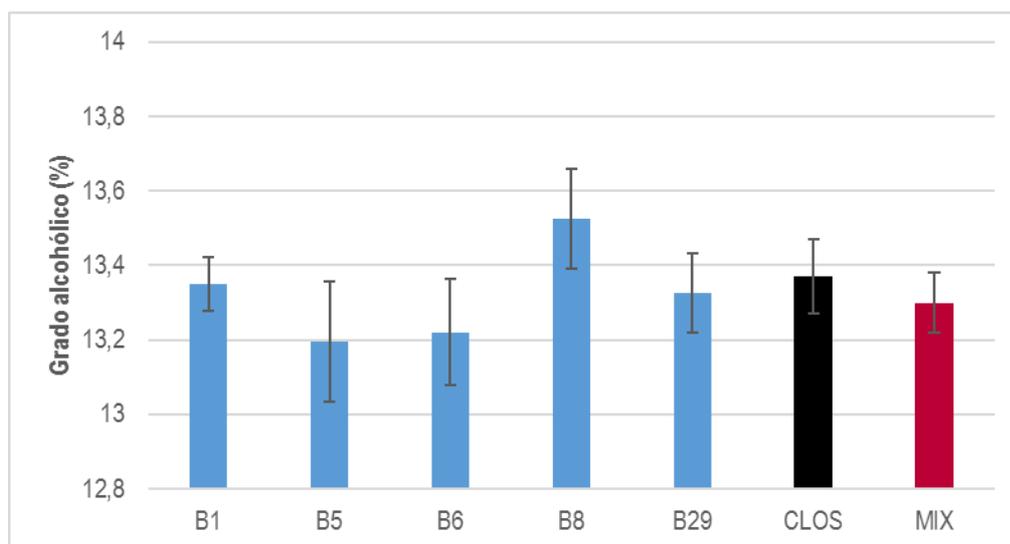


Fig. 8. Grado alcohólico volumétrico de los vinos producidos a escala semi-industrial

En este caso, aunque hubo diferencias que estadísticamente son relevantes, no se puede afirmar que a la práctica se haya podido probar una reducción del grado alcohólico final de los vinos. Lo que sí que se puede afirmar después de este estudio es que hay 2 cepas que presentan unas características metabólicas interesantes para futuros estudios donde vemos una tendencia a reducir el grado alcohólico de la cepa B5 (que presentaba un incremento de 4 g/L del glicerol y reduce la presencia de ácido acético) y de la cepa B6 (que presentaba un incremento de la acidez total de 1 g/L en H₂T).

4. Conclusiones

Se ha podido demostrar la idoneidad de escoger un nicho ecológico como las vides silvestres como fuente de biodiversidad microbiológica ya que se ha demostrado que las cepas estudiadas presentaron una correcta aptitud para fermentar los mostos del estudio. Aun así, se ha realizado un cribado inicial para poder descartar las que no presentaban una aptitud enológica suficiente como para representar una mejora respecto a las levaduras de las que dispone actualmente la industria. Por lo que respecta a el objetivo principal del estudio, dónde se buscaban cepas capaces de revertir los efectos del cambio climático, se han podido seleccionar cepas de *S. cerevisiae* que remedian diferentes parámetros fisicoquímicos en los cuales puede afectar el cambio climático en la vitivinicultura mundial como es la acidez total y el pH. Además, se ha obtenido una colección de levaduras que parece desviar el consumo de azúcares a la producción de metabolitos de interés en enología como el glicerol, que podría relacionarse con la reducción del grado alcohólico de los mismos.

El estudio y uso de herramientas microbiológicas ha demostrado ser una alternativa viable que mejora no sólo los parámetros fisicoquímicos en los cuales tiene incidencia el cambio climático, sino que es una alternativa económica y respetuosa con el medio ambiente que puede repercutir en todo el sector de forma transversal y no queda lejos de los pequeños productores que a veces no pueden tener acceso a la tecnología necesaria por la inversión que supone.

5. Bibliografía

- Coulter, A. D., Henschke, P. A., Simos, C. A., & Pretorius, I. S. 2008. **When the heat is on, yeast fermentation runs out of puff.** Aust. N.Z. Wine Ind. 23(5), 29–33.
- Hohmann, S., & Mager, W. H. 2002. **Osmotic Stress Signaling and Osmoadaptation in Yeasts Osmotic.** Microbiol Mol Biol Rev, 66(2), 300–372.
- IPCC. (2014). **IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2014.** Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Ocete, R., Arroyo-García, R., Morales, M. L., Cantos, M., Gallardo, A., Pérez, M. A., López, M. A. 2011. **Characterization of *Vitis vinifera* L. subspecies *sylvestris* (Gmelin) Hegi in the Ebro river Basin (Spain).** Vitis. 50(1), 11–16.
- University of California Davis Department of Enology And Viticulture. 1982. **Enology briefs.**
- van Leeuwen, C., & Darriet, P. 2016. **The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality.** Journal of Wine Economics, 11(01), 150–167.

6. Agradecimientos

Este proyecto está financiado por el INIA-MINECO-CCAA (RTA2014-00016-C03-03).

Nuestro sincero agradecimiento al Dr. Rafael Ocete por proporcionar las muestras de uvas silvestres sin las cuales no hubiera sido posible este trabajo. Agradecer el envío de uvas de vides silvestres para realizar las vinificaciones piloto a la colección de vides silvestres de IMIDRA “El Encín” (Alcalá de Henares) y a la colección de vides silvestres de la Diputación Foral de Bizkaia en la Estación de Fructicultura de Zalla.

Nuevas cepas de levaduras para su empleo en enología

García, M., Postigo, V., Cabellos, M.C., Cabellos J.M., Arroyo. T.

IMIDRA, Departamento de Investigación Agroalimentaria. Finca El Encín. Ctra A2 Km 38,200. 28805 Alcalá de Henares. 918879486. teresa.arroyo@madrid.org

Resumen

La fermentación alcohólica es uno de los procesos biotecnológicos más antiguo conocido. Desde el punto de vista bioquímico, las levaduras juegan un papel fundamental en la transformación del azúcar en etanol, CO₂ y productos secundarios. Atendiendo a la problemática actual, aumento de los niveles de azúcar en las uvas debido a condiciones de cambio climático, se plantean nuevas estrategias de actuación con el fin de reducir el contenido alcohólico en los vinos. En este sentido, disponer de cepas de levaduras no-*Saccharomyces* con un metabolismo Crabtree negativo, que consuman oxidativamente el azúcar del mosto en una primera fase y a continuación dar paso a una cepa fermentativa de *Saccharomyces cerevisiae*, sería la clave para producir vinos con menor grado alcohólico. En el presente trabajo se han ensayado 36 cepas de levaduras no-*Saccharomyces* de la colección de levaduras del IMIDRA en cultivo mixto con *Saccharomyces cerevisiae* CLI 889. Se ha realizado un seguimiento de la cinética fermentativa y se han analizado parámetros generales así como la composición volátil de los vinos producidos. De las 36 cepas no-*Saccharomyces* estudiadas, 5 han sido seleccionadas por presentar aptitudes óptimas para la elaboración de vinos con menor concentración de etanol y propiedades organolépticas de interés.

1. Introducción

Las etapas tempranas de la fermentación están dominadas por el crecimiento de levaduras no-*Saccharomyces*, caracterizadas por un bajo poder fermentativo. Pasados los primeros días de la fermentación disminuyen sus poblaciones llegando incluso a desaparecer como consecuencia del incremento de la concentración de etanol (Heard and Fleet, 1986), dando paso al género *Saccharomyces*. La tendencia actual en la selección de cepas no-*Saccharomyces* se basa en su potencial para introducir características atractivas que contribuyan a mejorar las cualidades organolépticas de los vinos (Cordero et al., 2013). Existen determinantes genéticos, ambientales y fisiológicos implicados en la producción de etanol por las levaduras que determinan el metabolismo de la glucosa y la fructosa tanto por vía respiratoria como por vía fermentativa (Quirós et al., 2014). En condiciones anaerobias en la fermentación se produce la degradación incompleta de los azúcares en CO₂ y etanol con una baja liberación de energía, por lo tanto, las levaduras tienen que transformar una gran cantidad de azúcar en alcohol para obtener la energía necesaria para su crecimiento. La respiración se realiza en presencia de oxígeno y en ella se produce la transformación total de los hidratos de carbono en CO₂ y H₂O con producción de una mayor cantidad de energía que en condiciones anaerobias. El hecho de que una levadura pueda utilizar la vía fermentativa u oxidativa es lo que se denomina efecto Crabtree, lo que implica la utilización preferente de la vía fermentativa en presencia de grandes cantidades de oxígeno y azúcares (Pronk et al., 1996). El efecto Crabtree permite dividir a las levaduras en Crabtree positivas o negativas, siendo gran parte de las levaduras no-*Saccharomyces* negativas para este efecto. El estudio del efecto Crabtree de las levaduras ha adquirido importancia en los últimos años a causa de la problemática surgida por el aumento de la temperatura con el cambio climático. Este aumento se traduce, entre otros aspectos, en mostos más ricos en azúcares, lo que implica un mayor grado alcohólico probable. Para paliar

este aumento se investigan nuevas prácticas vitícolas y enológicas y desde el punto de vista biotecnológico se propone aprovechar el metabolismo oxidativo de las levaduras no-*Saccharomyces* en cultivo mixto con *Saccharomyces cerevisiae* para producir vinos con menor contenido en etanol (Quiros et al., 2014). En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo principal la selección de cepas de levaduras no-*Saccharomyces* de la colección de levaduras del IMIDRA para disminuir el grado alcohólico de los vinos. Para ello se han abordado los siguientes objetivos parciales:

- Caracterización de las propiedades fermentativas de 36 cepas de no-*Saccharomyces* de la colección del IMIDRA y selección de cepas con metabolismo Crabtree negativo.
- Realización de cultivos mixtos con las cepas seleccionadas y la cepa de *Saccharomyces cerevisiae* CLI 889.
- Estudios de productos de la fermentación alcohólica y de composición volátil.

2. Material y Métodos

Rejuvenecimiento de las cepas no-Saccharomyces y control de identidad y pureza

Se realizaron pases sucesivos desde medio de conservación en glicerol a -80°C a medio líquido YPD. Posteriormente, se pasó a medio sólido YPD mediante siembra por agotamiento y en masa.

Identificación de las levaduras. Estudio de los fragmentos ITS de la región ribosómica 5,8S y posterior digestión enzimática con enzimas de restricción HaeIII, CfoI y HinfI. Se utilizó la base de datos Yeast_id para comparar los tamaños de los fragmentos de restricción obtenidos a partir de cepas estudiadas.

Análisis y ajuste del mosto variedad Malvar para vinificaciones a escala del laboratorio

Grado alcohólico del mosto $13,5^{\circ}$. pH 3,2-3,5 g/L y 170 mg/L de NFA.

Fermentaciones

Las fermentaciones se realizaron en tubos falcon con 30mL de mosto estéril de la variedad Malvar con un tamaño el inóculo 10^6 células/mL. En una primera fase (Fase I) se llevó a cabo el estudio del crecimiento de las levaduras no-*Saccharomyces* en condiciones aerobias, a 130 rpm y temperatura de 20°C y se controló la pérdida de peso cada 24 horas. A las 96 horas se midió peso seco, azúcar residual, grado alcohólico y acidez volátil.

En una segunda fase (Fase II), se inocularon los fermentadores de la Fase I con la cepa *Saccharomyces cerevisiae* CLI 889 a razón de 10^6 células/mL y se mantuvieron en condiciones anaerobias en agitación a 20°C hasta el final de la fermentación.

Cálculo de peso seco

Se calculó el peso seco de las levaduras del cultivo aerobio y anaerobio. Se lavaron los pellets dos veces con agua destilada estéril, y se recogieron por filtración sobre filtros membrana de $0,45\mu\text{m}$. Se secaron en estufa a 105°C hasta peso constante.

Análisis de los productos de fermentación por HPLC

Se midieron los parámetros: glucosa, fructosa, glicerol, etanol y los ácidos orgánicos: tartárico, málico, láctico, acético y succínico. Se utilizó un equipo HPLC (Waters 600E) con la columna Rezex RHM-Monosaccharide H+ (8%). La elución se efectuó a 65°C con H_2SO_4 5mM como fase móvil a un flujo de 0,6 mL/min. Se determinaron los ácidos orgánicos a 210nm con el detector PDA Waters 2996. Los azúcares, glicerol y etanol fueron analizados con el detector IR Waters 2414.

Análisis de compuestos volátiles mayoritarios

La identificación y cuantificación de 32 compuestos volátiles mayoritarios en vino se llevó a cabo por Cromatografía de Gases (GC). El sistema empleado fue un Agilent 6850 con detector FID. Columna DB-Wax de J&W Scientific (Folsom, CA, USA) siguiendo el método de Ortega et al., 2001.

3. Resultados

La identificación genética de las 36 cepas de levaduras no-*Saccharomyces* procedentes de cepas aisladas en viñedos y bodegas de la DO “Vinos de Madrid” de la colección de levaduras del IMIDRA ha permitido agruparlas en 11 géneros y especies diferentes. Las cepas CLI 1218, 21A-5C, 5B-1C, 23A-6C, 2-6C, CLI 679 y 31-1C pertenecen a la especie *Wickerhamomyces anomalus*; las cepas CLI 68, CLI 457, CLI 463, CLI 219, CLI 460 y CLI 461 se han identificado como *Metschnikowia pulcherrima*; las cepas 2A-1B y 6-5A pertenecen a *Candida stellata*, CLI 622 a *Zygosaccharomyces bailii*, CLI 1221 a *Debaryomyces carsonii*, CLI 190, CLI 417, CLI 512, 8A-8B, 7A-3A, CLI 921, CLI 225 y CLI 728 a la especie *Hanseniospora guillermondii*, CLI 3 a *Hanseniospora vineae*, CLI 903 a *Hanseniospora osmophila*, CLI 194 a *Hanseniospora valbyensis*. AMB FF410A, 3-4A, 9-6C y CLI 1219 pertenecen a *Lachancea thermotolerans*, CLI 1217 a *Meyerozyma guillermondii* y LSI FF2 3A, LS2 FF2 1A y CLI 918 a *Torulospira delbrueckii*.

El estudio de la cinética de crecimiento en condiciones aerobias de las cepas analizadas ha permitido dividir las en tres grupos. El grupo A recoge las cepas 5B-1C, 23A-6C, 2A-1B, CLI 921, 3-4A, LS2-FF2 1A, 7A-3A, 12A-7C, 8A-8B, 2-6C, que en condiciones aerobias y altas concentraciones de azúcar han mostrado una cinética de crecimiento similar a la cepa control *Saccharomyces cerevisiae* CLI 889 (Figura 1), por lo que se puede deducir que presentan un metabolismo Crabtree positivo.

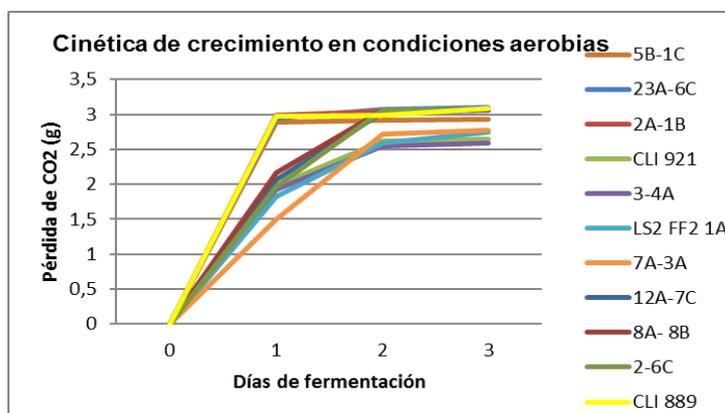


Fig. 1. Cinética de crecimiento en condiciones aerobias de 10 cepas no-*Saccharomyces* frente a la cepa control CLI 889

El grupo B incluye las cepas AMB-FF4-10A, LS1-FF2-3A, CLI 190 CLI 194, CLI 918 y CLI 1219, muestran un comportamiento fermentativo inferior a la cepa control CLI 889 en condiciones aerobias con una pérdida de CO₂ menor de 2 gramos frente a la pérdida de más de 3 gramos de la cepa CLI 889 (Figura 2).

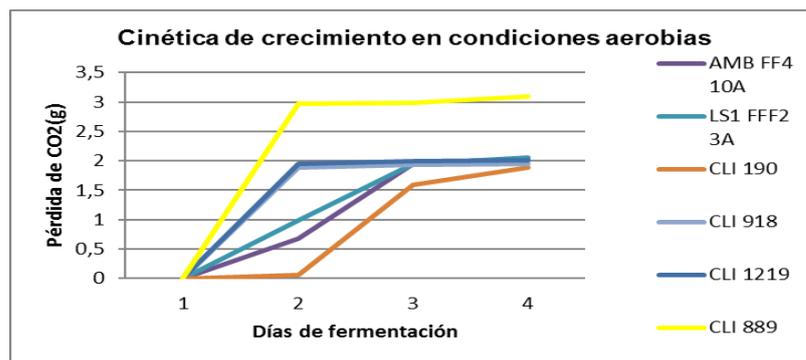


Fig. 2. Cinética de crecimiento en condiciones aerobias de cepas no-*Saccharomyces* con un comportamiento fermentativo menor a la cepa control CLI 889.

El grupo C reúne 20 de las 36 cepas no-*Saccharomyces* analizadas, 21A-5C, CLI1217, 8B-2A, CLI 1219, 31-1C, CLI 903, CLI 457, CLI 1221, CLI 463, CLI 68, CLI 225, CLI 72, CLI 460, CLI 461, 6-5A, CLI 3, CLI 417, CLI 622, CLI 219, CLI 679 (Figura 3). Presentan menor pérdida de peso en condiciones aerobias cuando se compara con la cepa CLI 889. El consumo de azúcar se produce fundamentalmente por la vía oxidativa ya que no se observa pérdida de CO₂. El resultado del estudio de peso seco a los cuatro días de crecimiento muestra una correlación positiva entre el consumo de azúcar y los valores de peso seco, siendo mayor en el caso de las levaduras fermentativas (Tabla 1).

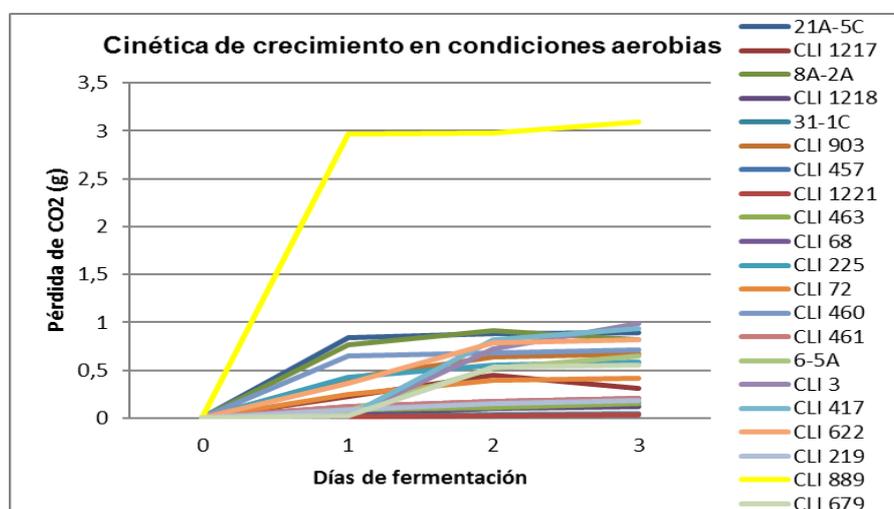


Fig. 3. Cinética de crecimiento en condiciones aerobias de 20 cepas no-*Saccharomyces* con un metabolismo oxidativo frente a la cepa control CLI 889.

Tabla 1. Resultados de acidez volátil en g/L, azúcares reductores en g/L y peso seco en mg de las cepas no-*Saccharomyces* después de 98 horas de crecimiento en condiciones aerobias.

<i>Cepa</i>	<i>Acidez volátil (g/L)</i>	<i>Azúcares reductores (g/L)</i>	<i>Peso seco (mg)</i>
21A- 5C	0,33	21,2	1,60
CLI 68	0,12	170	0,72
CLI 1217	0,09	157,6	0,41
CLI 460	0,10	107,8	0,6
CLI 921	0,67	32,4	4,79
CLI 918	0,53	17,6	0,22
CLI 1218	0,83	0,54	0,35
23A-6C	0,44	0,50	5,80
5B-1C	0,88	40,15	7,19
31- 1C	0,09	166,4	0,18
CLI 194	0,79	93,2	1,80
CLI 225	0,61	133,2	0,94
CLI 457	0,10	161,4	0,66
9-6C	0,15	95,2	3,71
CLI 72	0,50	156	1,05
CLI 219	0,10	177,2	0,79
CLI 461	0,11	143,2	0,74
CLI 463	0,11	149,2	0,42
CLI 622	0,56	168,2	3,80
CLI 1221	0,13	172,4	0,38
2A-1B	0,42	0,6	3,87
CLI 1219	0,20	65,65	2,29
8B-2A	0,47	139,6	0,69
8A-8B	0,70	0,14	3,29

AMB FF4 10A	0,22	70,95	2,99
CLI 190	0,95	85,6	0,98
12A-7C	0,62	0,92	2,98
CLI 417	0,35	112,2	0,95
6-5A	0,89	155,8	1,35
CLI 3	0,54	130,8	0,94
LS2 FF2 1A	0,66	61,15	2,59
2-6C	0,56	0,48	2,75
7A-3A	0,56	1,6	2,50
LS1 FF2 3A	0,61	64,75	3,30
3-4A	0,57	1,55	2,56
CLI 903	0,14	187,3	0,56
CLI 679	0,25	194,2	0,22
CLI 889	1,34	0,66	5,64

La evolución de la cinética fermentativa a partir del momento de inoculación de la cepa CLI 889 muestra diferentes tendencias en función del grupo de pertenencia de las levaduras no-*Saccharomyces*. Las cepas del grupo A en cultivo mixto con *Saccharomyces cerevisiae*, a excepción de las cepas LS2 FF2 1A, 5B-1C y CLI 921, apenas producen CO₂ debido a que las cepas no-*Saccharomyces* consumen prácticamente todo el azúcar en condiciones aerobias y llegan a alcanzar valores de etanol similares a la cepa control CLI 889 próximos a 13% de alcohol. Las cepas correspondientes al grupo C, se consideran las más adecuadas para el estudio fermentativo de cultivos mixtos con *Saccharomyces cerevisiae*. Las fermentaciones mixtas con las cepas CLI 679, CLI 1218, 31-1C, CLI 457, CLI 72, CLI 219, CLI 461, CLI 463, CLI 1221y CLI 903, han mostrado un grado alcohólico próximo a 13% de alcohol. Se puede observar que prácticamente todo el azúcar del mosto se ha transformado en etanol. Existe un segundo tipo de cepas integrado fundamentalmente por levaduras del grupo B y C, cuyo cultivo mixto alcanza un grado alcohólico inferior al grado probable, con valores en torno a 7- 10 % de alcohol. En este caso, las cepas de levaduras CLI 918, CLI 194, CLI 622, CLI 1219, AMB FF4 10A, 6-5A, CLI 3 y LS1 FF2 3A, consumen elevadas tasas de azúcares en la fase oxidativa y posteriormente, en la segunda fase *Saccharomyces cerevisiae* fermentan el azúcar residual con una producción baja de etanol. Otro posible comportamiento, es que aun con suficiente concentración de azúcar en el medio, la cepa CLI 889 no tenga buen rendimiento fermentativo debido a interacciones con las cepas no-*Saccharomyces* que afecten a la tasa de implantación y/o al rendimiento metabólico de la cepa *Saccharomyces* (Medina et al., 2012). De manera general, la mayoría de las cepas citadas producen elevada acidez volátil (Tabla 1), por lo que la acidificación del medio podría ralentizar o dificultar el rendimiento fermentativo de *Saccharomyces* (Yoshiyama et al., 2015). Un tercer grupo en el que destacan las cepas 21A-5C,

CLI 68, CLI 1217, CLI 460 y CLI 921 (Tabla 2), muestra un grado alcohólico con valores comprendidos entre 11,7 y 12, 2% de alcohol. Estas cepas podrían ser aptas para la obtención de vinos con menor contenido de etanol. Los contenidos en glicerol son adecuados y los azúcares residuales se encuentran en valores aptos para vinos secos. Los valores de ácido acético son elevados, aunque en fermentaciones a mayor escala y en condiciones controladas de temperatura y aireación podrían conseguirse valores más adecuados.

Tabla 2. Resultados de las cepas no-Saccharomyces con interés por su descenso en el grado alcohólico.

Cepas	Ácido L-málico (g/L)	Ácido Láctico (g/L)	Ácido acético (g/L)	Glucosa (g/L)	Fructosa (g/L)	Glicerol (g/L)	Grado alcohólico (v/v)	Peso seco (mg)
21A-5C	0,66	2,10	0,84	2,45	1,91	7,83	12,06	4,35
CLI 68	0,61	2,48	0,86	2,92	3,61	8,32	11,75	3,73
CLI 1217	0,64	2,50	0,91	2,04	2,03	7,06	11,77	4,77
CLI 460	0,45	2,22	0,72	2,97	1,94	9,30	12,16	3,28
CLI 921	0,45	2,29	0,71	2,88	1,09	8,07	12,18	2,61
CLI 889	0,55	2,31	0,60	2,70	1,01	7,60	13,00	2,95

Para completar el estudio, se han analizado 32 compuestos volátiles repartidos en cuatro grupos: alcoholes, ésteres, ácidos, aldehídos y cetonas (Tabla 3). La concentración de compuestos aromáticos es elevada en los vinos procedentes de cultivo mixto cuando se comparan con los obtenidos para la cepa control CLI 889. Se observa los vinos procedentes de cultivos mixtos presentan mayor concentración de compuestos relacionados con aromas frutales y florales. Las cepas CLI 921, CLI 460 y CLI 68 destacan en la producción del alcohol β -feniletanol que aporta aroma floral a los vinos. Los ésteres como isovalerato de etilo y acetato de isoamilo responsables de aromas frutales a plátano también son más elevados para estas cepas. En el grupo de aldehídos y cetonas la cepa 21A-5C sobresale por la producción de acetoína aunque a valores inferiores al umbral de detección de este compuesto en el vino. Por último, cabe destacar la producción de γ -butirolactona, siendo las cepas CLI 68 y CLI 889 las que presentan valores más elevados.

Tabla 3. Compuestos aromáticos mayoritarios producidos en la Fase II.

Compuesto (mg/L)	Descripción de olor	21A-5C	CLI 1217	CLI 460	CLI 68	CLI 921	CLI 889
1-propanol	Alcohol, fruta madura	1,16	1,16	1,16	1,16	2,16	3,69
Isobutanol	Fusel, alcohol	32,89	29,60	49,63	30,60	16,91	26,3
1-butanol	Jabón, Grasa	1,91	0,42	0,39	0,54	0,93	0,4
Alcohol isoamílico	Solvente, áspero	119,45	122,26	106,84	110,37	112,15	91,37
1-hexanol	Herbáceo	0,48	0,21	0,22	0,26	0,49	0,88
c-3-hexenol	Limón, fresco	0,12	0,05	0,04	0,04	0,07	0,2
Metionol	Ajo, coliflor	0,09	0,32	0,039	0,37	1,38	0,61
Alcohol bencílico	Agradable, suave	0,17	0,27	0,13	0,19	0,06	0,15
b-feniletanol	Floral, rosa,	27,59	19,66	24,02	19,84	39,60	10,53
∑ Alcoholes		183,86	173,94	182,81	163,37	173,76	134,13
Ácido isobutírico	Rancio, mantequilla,	4,90	3,20	4,59	4,75	3,31	2,89
Ácido butírico	Mantequilla, queso	0,22	0,25	0,30	0,30	0,23	0,23
Ácido isovalerianico	Queso	1,84	1,22	0,75	1,22	1,02	0,74
Ácido hexanoico	Queso	0,91	2,46	4,47	3,43	5,94	3,11
Ácido octanoico	Dulce, queso	0,42	1,38	1,34	1,81	1,75	2,18
Ácido decanoico	Rancio, grasa	0,09	0,07	0,11	0,14	0,21	0,73
∑ Ácidos		8,39	8,57	11,56	11,66	12,47	9,88
Isobutirato de etilo	Afrutado, piña	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,6
Butirato de etilo	Afrutado, manzana	0,23	0,33	0,27	0,31	0,23	0,31
Isovalerato de etilo	Afrutado, dulce, plátano	1,40	0,91	0,85	0,80	0,52	0,28
Acetato de isoamilo	Plátano, dulce,	2,06	2,80	2,08	1,94	1,50	0,99
Hexanoato de etilo	Piña, fruta tropical,	0,03	0,16	0,16	0,21	0,26	0,7
Acetato de hexilo	Dulce, afrutado, manzana verde	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,07

Lactato de etilo	Leche agria	2,12	2,01	6,82	9,11	10,47	3,32
Octanoato de etilo	Fresco, piña,	0,06	0,21	0,15	0,17	0,17	0,51
3-OHbutirato de etilo	Afrutado	0,16	0,68	0,47	0,57	0,16	0,32
Succinato de dietilo	Alcanfor	0,00	0,05	0,20	0,09	0,10	6,57
Acetato de 2feniletilo	Floral, lila	0,30	0,31	0,43	0,27	0,61	0,76
Σ Ésteres		6,42	7,52	11,51	13,52	14,08	16,43
Diacetilo	Mantequilla	0,59	0,50	0,51	0,34	0,35	0,63
Acetoina	Mantequilla, crema	5,51	3,71	2,60	1,49	0,92	0,2
Furfural	Pan, caramelo, tostado	0,00	0,04	0,08	0,07	0,04	0,07
Benzaldehido	Dulce, caramelo, madera	0,01	0,06	0,04	0,04	0,03	0,09
Fenilacetaldehido	Rosa, Jacinto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52
Σ Aldehídos/cetonas		6,11	4,30	3,23	1,93	1,35	1,51
γ-butirolactona	Coco	0,98	1,64	5,46	6,69	5,80	9,4

4. Conclusiones

Atendiendo al objetivo inicial de este trabajo, reducir el contenido alcohólico de los vinos, han destacado las cepas 21A-5C, CLI 68, CLI 1217, CLI 460 y CLI 921 como consumidoras de azúcares del mosto en condiciones aerobias, lo que ha facilitado que la cepa de *Saccharomyces cerevisiae* CLI 889 utilizada para finalizar la fermentación haya producido vinos con menor contenido en etanol. Además, estos vinos presentan elevadas concentraciones de glicerol, lo que le aportará cuerpo al vino. También cabe destacar adecuadas concentraciones de compuestos volátiles en las fermentaciones elaboradas con presencia de las cepas no-*Saccharomyces* así como mayor concentración de isovalerato de etilo y acetato de isoamilo, compuestos que confieren aromas florales y frutales a los vinos. Como resultado final de este estudio se seleccionaron las cepas anteriormente descritas para producción de vinos con menor contenido alcohólico y se recomienda la confirmación de estos resultados con estudio en mayor profundidad y a mayor escala de trabajo.

5. Bibliografía

1. CORDERO-BUESO, G., ESTEVE-ZARZOSO, B., CABELLOS, J.M., GIL-DÍAZ, M. ARROYO, T. 2013. **Biotechnological potential of non-*Saccharomyces* yeasts isolated during spontaneous fermentations of Malvar (*Vitis vinifera* cv.L.).** European Food and Research and Technology, 236(1). 193-207.

2. HEARD, G.M., FLEET, G.H. 1986. **Occurrence and growth of yeast species during the fermentation of some Australian wines.** Food Technol. in Australia 38(1). 22-25.
3. ORTEGA, L., LÓPEZ, R., CACHO, J., FERREIRA V. 2001. **Use of solid-liquid distribution coefficients to determine retention properties of Porapak-Q resins. Determination of optimal conditions to isolate alkyl-methoxy-pyrazines and beta-damascenone from wine.** J. of Chromatograp A. 931(1-2). 31-39.
4. PRONK, J.T., YDE STEENSMA, H., VAN DIJKEN, J.P. 1996. **Pyruvate Metabolism in *Saccharomyces cerevisiae*.** Yeast, 12(16). 1607-1633.
5. QUIROS, M., ROJAS, V., GONZALEZ, R., MORALES, P. 2014. **Selection of non-*Saccharomyces* yeast strains for reducing alcohol levels in wine by sugar respiration.** Int. J. Food Microbiol. 181(2). 85-91.
6. MEDINA, K., BOIDO, E., DELLACASSA, E. CARRAU F.2012. **Growth of non-*Saccharomyces* yeasts affects nutrient availability for *Saccharomyces cerevisiae* during wine fermentation.** Int. J Food Microbiol. 157(2). 245-50.
7. YOSHIYAMA, Y., TANAKA, K., YOSHIYAMA, K., HIBI, M., OGAWA, J., SHIMA J. 2015. **Trehalose accumulation enhance tolerance of *Saccharomyces cerevisiae* to acetic acid.** J. Biosci. Bioengineering. 119 (2). 172-175.

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el IMIDRA.

APLICACIÓN FOLIAR DE UN EXTRACTO DE LEVADURAS EN LA VARIEDAD TEMPRANILLO BLANCO. EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD DE LA UVA Y EL VINO

Juana Martínez, Elisa Baroja, Sara García, Laura Altí

*Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (Gobierno de La Rioja. CSIC. Universidad de La Rioja).
Servicio de Investigación Vitivinícola. Finca La Grajera Ctra Burgos Km. 6. 26071 Logroño (La Rioja).
Tfno: 941894980. e-mail: jmartinezq@larioja.org*

1. Introducción

El empleo de productos derivados de levaduras inactivas es una práctica frecuente durante la vinificación, con el objetivo de preservar e incrementar la composición aromática de los vinos. Estos preparados, obtenidos a partir de levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, se encuentran en el mercado con diferentes denominaciones (levaduras inactivas, cortezas de levaduras, extractos...). Su adición al mosto durante la fermentación favorece su desarrollo, promueve la resistencia de las levaduras al estrés osmótico, mejora la asimilación de compuestos nitrogenados y realza el perfil sensorial de los vinos (Pozo-Bayón et al, 2009). Por otra parte, los derivados de levaduras enriquecidos en glutatión presentan propiedades antioxidantes, por lo que pueden prevenir el pardeamiento de los mostos, incrementar la producción de compuestos aromáticos durante la fermentación y evitar la disminución de los aromas varietales (Gabrielli et al., 2017).

Además de su empleo en los procesos enológicos, los extractos de levaduras también presentan posibilidades de aplicación en el viñedo. Las levaduras contienen numerosos compuestos que pueden actuar como elicitores, induciendo mecanismos de defensa en las plantas, que favorecen la acumulación de metabolitos secundarios. Recientemente, en diversos trabajos se ha estudiado la aplicación foliar de preparados de levaduras enológicas para mejorar la madurez fenólica en variedades tintas. Los resultados obtenidos han mostrado incrementos de la concentración de antocianos y taninos, dependiendo de la vinífera, las condiciones de la añada y del tiempo transcurrido entre el tratamiento y la vendimia (Giacosa et al., 2016 y 2019; Téllez et al., 2015). Otros autores (Villango et al., 2015; Portu et al., 2016) también describieron un aumento de la concentración de estilbenos en la uva. El incremento del contenido fenólico podría explicarse en parte por el aumento de grosor de los hollejos en la uva tratada (Filippetti et al., 2017; Giacosa et al., 2019), así como por la activación de genes implicados en el metabolismo secundario.

Las experiencias sobre la utilización de extractos de levaduras en uva blanca son escasas. Suklje et al. (2016) indicaron que su aplicación en Sauvignon blanc en Sudáfrica condujo a un incremento de la concentración de aminoácidos y de glutatión en los mostos y vinos. Asimismo, también apreciaron un aumento de diferentes compuestos aromáticos durante la fermentación alcohólica, y mayor estabilidad a lo largo de la conservación. Giacosa et al. (2019) estudiaron la aplicación de estos preparados en dos variedades blancas (Chardonnay y Cortese) en Italia, observando que sus efectos sobre el espesor del hollejo dependían principalmente del momento de madurez. El tratamiento dio lugar al incremento de algunos compuestos volátiles (acetatos y ésteres etílicos) con gran impacto sensorial en los vinos.

Ante la falta de resultados sobre la influencia de estos preparados en variedades blancas, sobre todo en el caso de variedades minoritarias, se planteó este trabajo con el objetivo de estudiar

los efectos de la aplicación foliar de un extracto de levaduras sobre la producción y la calidad de la uva y el vino en la variedad Tempranillo Blanco.

2. Material y Métodos

La experiencia se llevó a cabo durante la campaña 2017 en la variedad Tempranillo Blanco, en un viñedo localizado en el municipio de Corera (La Rioja). Las características de la parcela en la que se desarrolló el ensayo fueron las siguientes:

- Año de plantación: 2009
- Patrón: R-100
- Marco de plantación: 2.90 x 1.10 m
- Sistema de conducción: espaldera, doble cordón Royat
- Altitud: 400 m

El manejo del cultivo se realizó según las prácticas habituales en la zona. Las condiciones climáticas fueron recogidas en la estación meteorológica más próxima del Servicio de Información Agroclimática de la Rioja (SIAR) a la parcela experimental. La precipitación total registrada durante la campaña (octubre 2016-agosto 2017) fue de 446 mm, y la temperatura media de 13.3 °C. El ciclo fenológico del viñedo experimentó un adelanto considerable respecto a las fechas medias de otras campañas, especialmente en las fases finales (envero y maduración).

El tratamiento consistió en la aplicación foliar con pulverización de un extracto de levaduras secas activas *Saccharomyces cerevisiae* específico para variedades blancas (LaVigne Aroma, Lallemand Inc., Montreal, Canadá). Para la preparación de la solución se siguieron las recomendaciones del fabricante, la dosis empleada fue de 3 kg/ha. Se realizaron dos aplicaciones con pulverizador de mochila, la primera al inicio del enero (17 de julio) y la segunda, ocho días más tarde (25 de julio), aproximadamente al 50 % de enero. El diseño experimental consistió en tres repeticiones de 30 cepas por parcela elemental.

La maduración de la uva se controló periódicamente a partir del enero con el objetivo de determinar la fecha de vendimia. La vendimia se realizó de forma manual en el momento óptimo de madurez y en perfecto estado sanitario, el día 17 de agosto. Previamente, se tomaron muestras de uva (500 bayas por repetición) para determinar su composición química (grado probable, pH, acidez total, ácido tartárico, ácido málico, potasio, IPT 280 nm). Una fracción de esta muestra (300 bayas) se procesaron con una trituradora Thermomix R TM5 durante 15 seg (velocidad 4) y el mosto obtenido se congeló a -20°C para analizar posteriormente el contenido de aromas varietales (Martínez et al., 2018 a). Por otra parte, también se muestrearon y congelaron bayas intactas para determinar el contenido de glutatión en la uva (Martínez et al., 2018 b).

En el momento de la vendimia se evaluó la producción (kg uva/cepa), el número de racimos (nº racimos/cepa), el peso medio del racimo (g) y de la baya (g).

La vinificación, de unos 80 kg de uva por repetición, se realizó mediante el sistema tradicional, con estrujado sin despalillado y prensado suave. Los mostos se desfangaron con enzimas pectolíticas a baja temperatura (10 °C), y una vez desfangados, con una turbidez aproximada de 80 NTU, se congelaron para analizarlos posteriormente. La fermentación alcohólica se llevó a cabo con siembra de levaduras comerciales (Zymaflore X16) a 18-20 °C. Una vez

concluida, los vinos se sulfitaron y se conservaron en frio durante un mes antes de su embotellado para analizar su composición química y efectuar la valoración sensorial.

En los mostos desfangados se analizó el contenido de aminoácidos por HPLC, según la metodología puesta a punto por López (2009) y modificada por Garde-Cerdán et al. (2014) y de glutatión (Martínez et al., 2014)

En los vinos resultantes se determinó la composición físico-química mediante análisis de los siguientes parámetros: grado alcohólico, pH, acidez total, ácido tartárico, ácido málico, potasio, D.O. 420 nm, D.O. 320 nm, IPT 280 nm, parámetros CIELab, taninos y catequinas. El contenido de aromas fermentativos se realizó por C.Gases (Ortega et al., 2001). El análisis organoléptico fue efectuado por un panel de cata, que valoró las fases visual, olfativa (intensidad y calidad), gustativa (intensidad y calidad) y armonía con puntuaciones decrecientes al aumentar la calidad. También se incluyeron parámetros aromáticos y gustativos descriptivos, valorados mediante una escala estructurada de 10 puntos. Por otra parte, se efectuaron pruebas de cata triangulares, consideradas las más adecuadas para discriminar entre muestras.

El estudio estadístico de los resultados se realizó mediante el análisis de varianza ANOVA y en caso de existir diferencias significativas, $p < 0.05$, se utilizó el test de Tukey para la separación de medias (programa estadístico SPSS versión 20.0).

3. Resultados

3.1. Resultados agronómicos

Los resultados agronómicos obtenidos (Tabla 1) no se vieron influenciados por la aplicación del extracto de levaduras. Los valores de producción fueron ligeramente más bajos a los obtenidos para la variedad en diferentes ensayos y campañas (Martínez et al., 2017 a), y el resto de parámetros se encontraron dentro del rango esperado.

Tabla 1. Parámetros agronómicos medios (n=3)

Tratamiento	Producción (kg/cepa)	Nº Racimos / cepa	Peso racimo (g)	Peso baya (g)
Extracto levaduras	2.75 ± 0.47	14.55 ± 0.87	188 ± 28	1.75 ± 0.13
Testigo	2.68 ± 0.56	14.39 ± 0.59	187 ± 30	1.63 ± 0.16
G.S.	ns	ns	ns	ns

3.2. Resultados enológicos

En la composición físico-química de la uva en el momento de vendimia (Tabla 2) no se encontraron diferencias relacionadas con la aplicación del extracto de levaduras. No obstante, se apreció una ligera disminución de la acidez total respecto al testigo. Los valores de los parámetros analizados estuvieron dentro del rango característico de la variedad Tempranillo Blanco. Otros autores (Suklje et al., 2016) tampoco observaron influencia de estos productos sobre la composición básica de la uva en la variedad Sauvignon blanc. Portu et al. (2016) indicaron una disminución de la concentración de potasio en Tempranillo tinto, y Giacosa et al. (2019)

encontraron modificaciones en la composición de la uva, variables dependiendo de la variedad y la campaña. Por otra parte, Villango et al. (2015) concluyeron que la aplicación de extracto de levaduras dio lugar a un incremento del contenido de azúcares y una disminución de la acidez en mostos de Syrah.

Tabla 2. Composición enológica de la uva (n=3)

Parámetros	Extracto levaduras	Testigo	G.S.
Grado alc. prob (% v/v)	14.0 ± 0.28	13.8 ± 0.32	ns
pH	3.58 ± 0.13	3.48 ± 0.12	ns
Acidez total (g/l)	5.91 ± 0.21	6.43 ± 0.89	ns
Acido tartárico (g/l)	7.41 ± 0.16	7.51 ± 0.13	ns
Acido málico (g/l)	3.48 ± 0.15	3.81 ± 0.45	ns
Potasio (mg/l)	1997 ± 196	1999 ± 18	ns
IPT 280 nm	12.92 ± 0.42	12.42 ± 0.92	ns

En el análisis de la composición volátil varietal de Tempranillo Blanco se detectaron 58 compuestos en forma libre, que se agruparon en 8 familias químicas (alcoholes, aldehídos y cetonas, terpenos, norisoprenoides, ésteres, ácidos, compuestos C6 y bencenoides). Los compuestos C6 fueron los más abundantes (79.5-84.5 %), seguidos por los norisoprenoides (5-7%) y los aldehídos y cetonas (3.8-5.2 %). Los norisoprenoides y los terpenos son los compuestos más odoríferos, presentan aromas florales y cítricos que juegan un papel clave en el aroma varietal de los vinos. El grupo de sustancias denominado C6 es responsable de los aromas verdes y herbáceos, y dependiendo de su concentración pueden afectar negativamente a la calidad del vino. El contenido aromático global de la uva (Figura 1) se incrementó debido al tratamiento con el producto derivado de levaduras. La mayor parte de las familias químicas analizadas presentaron contenidos medios ligeramente más elevados en la uva tratada, destacando los compuestos C6; por el contrario, los alcoholes fueron superiores en el testigo. Únicamente se encontraron diferencias significativas en un número muy reducido de compuestos, y la mayoría se incrementaron por efecto del tratamiento (Tabla 3).

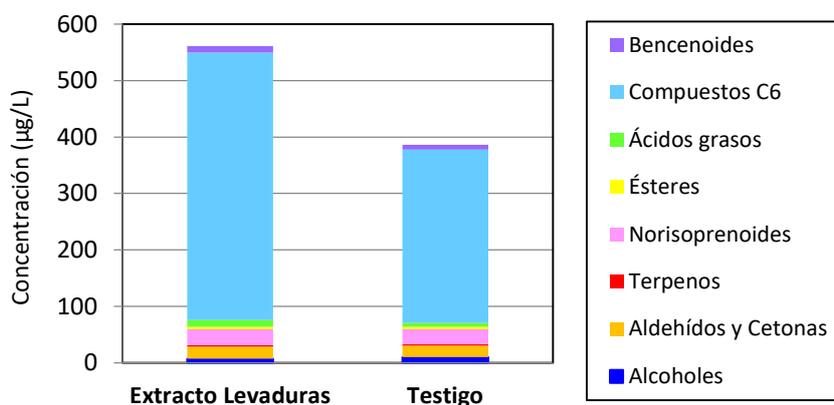


Figura 1. Composición volátil global de la uva

Tabla 3. Compuestos volátiles de la uva influenciados por la aplicación foliar de un extracto de levaduras (n=3)

Compuestos	Extracto levaduras	Testigo	G.S.
[E]-2-nonenal	1.44 ± 0.08 a	1.13 ± 0.013 b	*
Decanal	3.03 ± 0.82 a	0.72 ± 0.07 b	**
Undecanal	0.28 ± 0.08 a	0.04 ± 0.01 b	**
2,5-ciclohexadieno, 1,4-diona, 2,6-bis (1,1-dimetiletilo)	0.71 ± 0.01 b	1.11 ± 0.13 a	**
Benzofenona	0.97 ± 0.05 b	1.80 ± 0.17 a	***
[E]-geranil acetona	1.64 ± 0.23 a	0.72 ± b	**
Decanoato de etilo	0.97 ± 0.04 a	0.53 ± 0.22 b	*
Acido nonanoico	2.83 ± 0.70 a	1.53 ± 0.17 b	*
[Z]-3-hexenol	13.57 ± 0.72 a	8.27 ± 2.62 b	*
E]-2-hexenal	182.9 ± 39.0 a	106.7 ± 16.82 b	*

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias según el test de Tukey

La concentración nitrogenada de los mostos no mostró influencia significativa debido a la aplicación del extracto de levaduras. No obstante, se observó un contenido global más elevado en los mostos tratados que en los testigos (Figura 2), sobretudo en algunos de los aminoácidos más abundantes (ácido glutámico, glutamina, treonina y arginina). En otros trabajos (Suklje et al., 2016) la aplicación de extractos de levaduras dio lugar al incremento de ciertos aminoácidos (ácido aspártico, ácido glutámico, hidroxiprolina y prolina) en el mosto, y de todos al acabar la fermentación alcohólica. Los autores indican la posible influencia de dichos extractos en la modificación de la composición lipídica de los mostos, que a su vez podría afectar a la asimilación nitrogenada por las levaduras. Los aminoácidos son componentes esenciales de la uva, cuyo contenido está estrechamente relacionado con la variedad, y además se ve influenciado por gran número de factores (clima, suelo, prácticas culturales, fertilización, campaña, estado sanitario, nivel de madurez...). Los valores encontrados se corresponden con el perfil característico varietal de Tempranillo Blanco (Martínez et al., 2017 b). Estos compuestos ejercen gran influencia sobre el desarrollo del proceso fermentativo, así como sobre la formación de compuestos aromáticos.

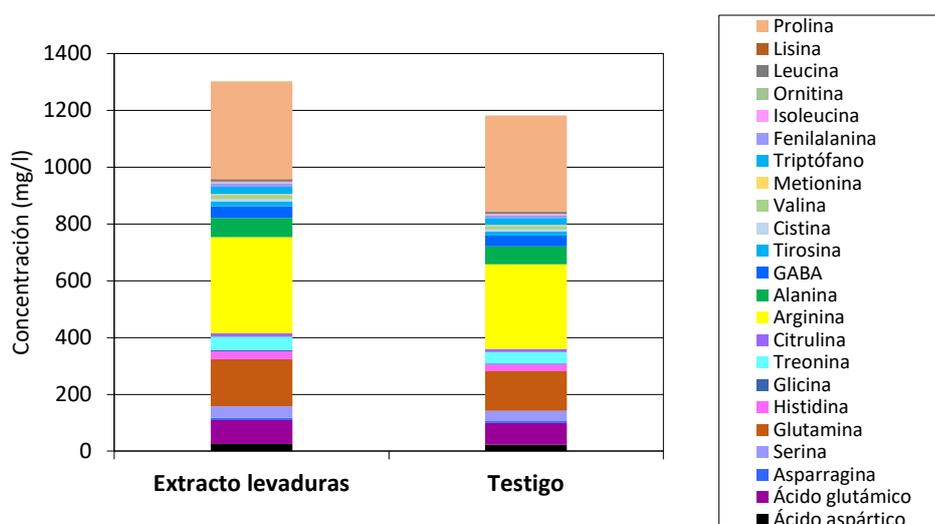


Figura 2. Contenido de aminoácidos en los mostos

El contenido de glutatión reducido en la uva experimentó una disminución como consecuencia del tratamiento con extracto de levaduras, y las diferencias se mantuvieron en los mostos y vinos (Figura 3). Estos resultados son contrarios a los obtenidos por Suklje et al. (2016), que observaron un aumento significativo en mostos de Sauvignon con el empleo de extractos de levaduras. El glutatión es un compuesto que se encuentra en la uva, principalmente en forma reducida, y desempeña un papel fundamental en la prevención de los procesos oxidativos de los mostos y vinos debido a su elevada actividad antioxidante. Los niveles presentes en las bayas están influenciados por numerosos factores (variedad, localización, condiciones ambientales, añada, prácticas culturales...). Este compuesto está implicado en algunos mecanismos de respuesta al estrés en *Saccharomyces cerevisiae*, pudiendo ser asimilado o excretado durante la fermentación alcohólica, y se encuentra presente en los extractos comerciales derivados de levaduras. La variedad Tempranillo Blanco se caracteriza por mostrar un elevado contenido de este compuesto, tanto en uvas como en mostos y vinos (Martínez et al., 2014 y 2018 b).

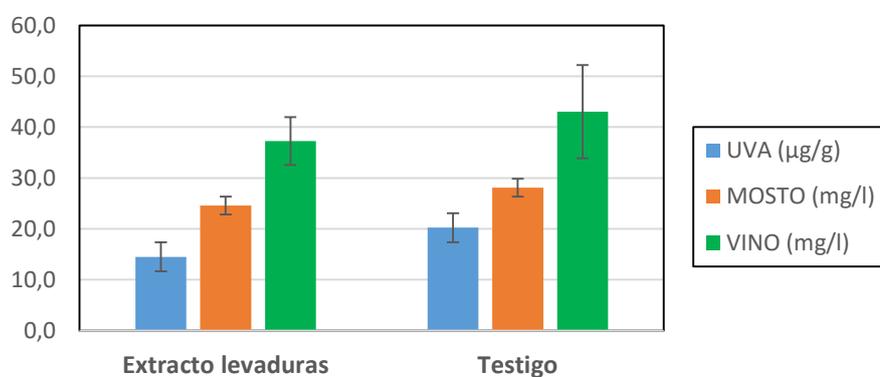


Figura 3. Contenido de glutatión en uva, mosto y vino

En los vinos elaborados no se obtuvieron diferencias significativas relacionadas con el tratamiento en su composición química (Tabla 4). La disminución de acidez, ya indicada en la uva, se mantuvo en los vinos, y el color amarillo se incrementó ligeramente con el tratamiento aplicado.

Tabla 4. Composición de los vinos (n=3)

Parámetros	Extracto levaduras	Testigo	G.S.
Grado alc (% v/v)	14.7 ± 0.31	14.6 ± 0.38	ns
pH	3.39 ± 0.08	3.35 ± 0.10	ns
Acidez total (g/l)	6.51 ± 0.59	6.79 ± 0.95	ns
Acido tartárico (g/l)	2.10 ± 0.08	2.13 ± 0.20	ns
Acido málico (g/l)	2.16 ± 0.32	2.23 ± 0.29	ns
Potasio (mg/l)	564 ± 37	595 ± 12	ns
D.O. 420 nm	0.051 ± 0.01	0.044 ± 0.00	ns
D.O. 320 nm	6.25 ± 0.17	6.44 ± 0.28	ns
CIELab a*	-0.53 ± 0.03	-0.47 ± 0.03	ns
CIELab b*	3.46 ± 0.43	3.26 ± 0.19	ns
CIELab L*	98.9 ± 0.25	99.3 ± 0.15	ns
IPT 280 nm	7.30 ± 0.05	7.50 ± 0.20	ns
Taninos (mg/l)	83.3 ± 0.35	88.7 ± 0.68	ns
Catequinas (mg/l)	30.3 ± 2.21	31.01 ± 0.37	ns

Giacosa et al. (2019) observaron que el grado alcohólico disminuyó en vinos blancos durante las dos campañas del estudio, mientras que otros parámetros tecnológicos experimentaron modificaciones variables en función de la variedad y la añada. Portu et al. (2016) apreciaron un incremento de acidez volátil en vinos de Tempranillo tinto.

La composición volátil de los vinos no presentó diferencias significativas debido al tratamiento, aunque se apreció un pequeño incremento en la concentración de acetatos, de algunos ésteres (etil-3-hidroxibutirato, hexanoato y octanoato) y ácidos (hexanóico, octanóico y decanóico). Estos compuestos manifiestan aromas afrutados característicos y pueden tener un notable efecto sobre el perfil sensorial del vino.

Tabla 5. Composición aromática de los vinos (n=3)

Parámetros	Extracto levaduras	Testigo	G.S.
3-etoxi-1-propanol	0.275 ± 0.06	0.283 ± 0.04	ns
1-propanol	35.53 ± 3.72	36.60 ± 2.69	ns
Isobutanol)	36.66 ± 4.17	36.84 ± 5.74	ns
1-butanol	0.664 ± 0.04	0.615 ± 0.12	ns
Alcoholes amilicos	294 ± 8.55	295 ± 25.4	ns
2-feniletanol	36.24 ± 7.64	38.54 ± 4.72	ns
Σ Alcoholes superiores	404 ± 8.81	408 ± 28.55	ns
Acetato de isoamilo	10.99 ± 0.96	9.69 ± 5.32	ns
Acetato de etilo	0.111 ± 0.01	0.093 ± 0.03	ns
Acetato de 2-feniletilo	0.691 ± 0.07	0.578 ± 0.15	ns
Σ Acetatos	11.80 ± 0.95	10.37 ± 5.49	ns
Propionato etilo	0.218 ± 0.07	0.295 ± 0.10	ns
Etil-3-hidroxi-butirato	0.824 ± 0.08	0.779 ± 0.07	ns
Isobutirato etilo	0.026 ± 0.01	0.028 ± 0.01	ns
Butirato etilo	0.420 ± 0.01	0.415 ± 0.07	ns
Hexanoato etilo	0.729 ± 0.08	0.587 ± 0.23	ns
Octanoato etilo	0.405 ± 0.04	0.297 ± 0.13	ns
Decanoato etilo	0.019 ± 0.01	0.019 ± 0.01	ns
Σ Esteres etílicos	2.64 ± 0.06	2.42 ± 0.43	ns
Acido isobutírico	3.29 ± 0.09	3.24 ± 0.12	ns
Acido butírico	2.88 ± 0.11	2.57 ± 0.15	ns
Acido isovalérico	2.69 ± 0.16	2.77 ± 0.25	ns
Acido hexanóico	3.68 ± 0.30	2.94 ± 0.58	ns
Acido octanóico	1.85 ± 0.37	1.47 ± 0.12	ns
Acido decanóico	0.080 ± 0.02	0.054 ± 0.01	ns
Σ Ácidos	14.48 ± 0.68	13.04 ± 0.59	ns
1-hexanol	0.446 ± 0.07	0.490 ± 0.09	ns
cis-3-hexenol	0.506 ± 0.09	0.519 ± 0.12	ns
Succinato dietilo	0.492 ± 0.02	0.543 ± 0.04	ns
Metionol	0.799 ± 0.18	0.992 ± 0.19	ns
Acetoína	0.491 ± 0.12	0.568 ± 0.01	ns
Diacetilo	0.056 ± 0.01	0.043 ± 0.02	ns
Butirolactona	1.60 ± 0.21	1.68 ± 0.21	ns

Giacosa et al. (2019) apreciaron incremento de acetato de 2-feniletilo y de acetato de isoamilo con la aplicación de un extracto de levaduras en la variedad blanca Cortese; por el contrario, el contenido total de ésteres, alcoholes y ácidos no se modificó. Sukjle et al. (2016) encontraron mayor contenido de algunos compuestos volátiles (alcoholes, acetatos y ácidos) en vinos debido al tratamiento con dichos extractos. Además, estos compuestos disminuyeron menos durante la conservación en botella que en los vinos testigo. Los autores concluyeron que ciertos volátiles estuvieron más protegidos frente a diferentes procesos de hidrólisis y/o síntesis, probablemente debido a la mayor concentración de antioxidantes como el glutatión.

En la valoración organoléptica de los vinos elaborados (Figura 4A) no se apreciaron diferencias entre tratamiento y testigo, siendo ambos valorados “Muy Bien” según la ficha de cata empleada (puntuación más baja corresponde a mayor calidad). Las notas aromáticas florales fueron algo más intensas en el vino testigo, mientras que los aromas tropicales, características de Tempranillo Blanco, se incrementaron en los procedentes del tratamiento con extracto de levaduras (Figura 4B). Los resultados de las pruebas triangulares no permitieron la diferenciación de los vinos, confirmando la valoración sensorial cuantitativa. En otros estudios, la identificación de los vinos sometidos a pruebas duo-trío fue variable dependiendo de la campaña y la variedad (Giacosa et al., 2019).

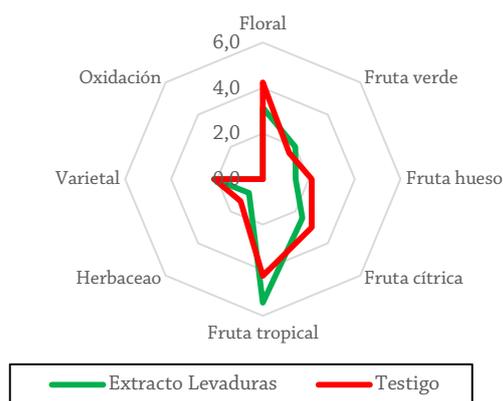
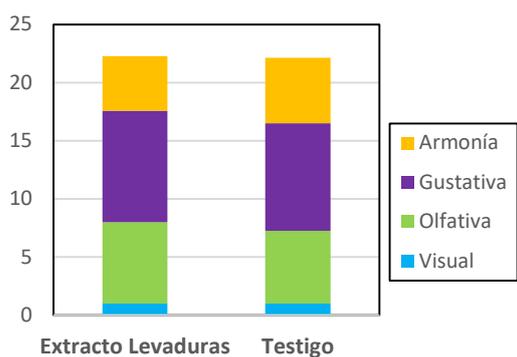


Figura 4A . Valoración organoléptica de vinos

Figura 4B. Descriptores aromáticos

4. Conclusiones

En este ensayo, la aplicación foliar del extracto de levaduras en la variedad Tempranillo Blanco no influyó de forma significativa sobre la producción, ni sobre los parámetros de madurez de la uva y de la composición del vino. No obstante, se apreció un incremento del contenido aromático y nitrogenado de la uva, así como de los aromas fermentativos en los vinos, que condujeron a resaltar las notas aromáticas tropicales, características de la variedad. Por el contrario, la concentración de glutatión reducido disminuyó por efecto del tratamiento. Los resultados obtenidos podrían estar relacionados con las condiciones de la campaña 2017. El adelanto de la maduración redujo el tiempo entre la aplicación foliar del tratamiento y la vendimia, y probablemente afectó a la síntesis de metabolitos secundarios en la uva durante este período. Para valorar la eficacia de estos productos de cara a mejorar la calidad de los vinos, sería conveniente realizar nuevos estudios en condiciones diferentes a las de este estudio.

5. Bibliografía

1. FILIPPETTI, I.; PASTORE, C.; ALLEGRO, G.; VALENTINI, G. (2017). Specific yeast-derived foliar spray application affects anthocyanin gene expression and accumulation in Sangiovese. En Technical Abstracts 68th ASEV National Conference (p. 80). Bellevue, Estados Unidos.
2. GABRIELLI, M.; ALEIXANDRE-TUDO, J.L.; KILMARTIN, P.A.; SECZKOWSKI, N.; DU TOIT, W.J. (2017). Additions of glutathione or specific glutathione-rich dry inactivated yeast preparation (DYP) to Sauvignon blanc must: effect on wine chemical and sensory composition. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 38 (19), 18-28.
3. GARDE-CERDÁN, T.; LÓPEZ, R.; PORTU, J.; GONZÁLEZ-ARENZANA, L.; LÓPEZ-ALFARO, I.; SANTAMARÍA, P. 2014. Study of the effects of proline, phenylalanine, and urea foliar application to Tempranillo vineyards on grape amino acid content. Comparison with commercial nitrogen fertilisers. *Food Chemistry*, 163: 136-141.
4. GIACOSA, S.; RIO SEGADE, S.; PAISSONI, M. A.; OSSOLA, C.; GERBI, V.; TELLEZ-QUEMADA, J.; TORCHIO, F.; LAMBRI, M.; CAUDANA, A.; CAGNASSO, E.; ROLLE, L. (2016). Foliar spray application of inactive dry yeast at veraison: Effect on berry skin thickness, aroma, and phenolic quality. En Technical Abstracts 67th ASEV National Conference (p. 88). Monterey, Estados Unidos.
5. GIACOSA, S.; OSSOLA, C.; BOTTO, R.; RIO SEGADE, S.; PAISSONI, M. A.; POLLON, M.; GERBI, V.; ROLLE, L. (2019). Impact of specific inactive dry yeast application on grape skin mechanical properties, phenolic compounds extractability, and wine composition. *Food Research International*, 116, 1084-1093.
6. LOPEZ, R. 2009. Control de la fermentación maloláctica en vinos tintos de Rioja. Influencia en su calidad higiénica, físico-química y sensorial. Tesis doctoral. Universidad de La Rioja.
7. MARTINEZ, J.; RUBIO-BRETON, P.; VICENTE, M.E.; GARCIA-ESCUADERO, E. (2018). Influencia del terroir en el perfil aromático de Tempranillo Blanco en la D.O.Ca. Rioja. XII Congreso Internacional Terroir. Abstracts XII Congreso Internacional Terroir, pp 218-224. Zaragoza, España.
8. MARTINEZ, J.; GARCIA, S.; ALTI, L. (2018). Evaluation of glutathione content in white varieties. International Congress Grapevine and Wine Sciences (ICGWS). Abstracts Book ICGWS Congress 2018, pp190. Logroño, España.
9. MARTINEZ, J.; GONZALO-DIAGO, A.; BAROJA, E.; GARCIA-ESCUADERO, E. (2017 a). Características agronómicas y potencial enológico de las variedades de vid blancas autorizadas en la D.O.Ca. Rioja. *Zubía Monográfico Vid y Vino*, 29, 63-78.
10. MARTINEZ, J.; GONZALO, A.; GARCIA-ESCUADERO, E. (2017 b). Caracterización del perfil de aminoácidos en variedades blancas de vid. Implicaciones enológicas. XXXII Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Reuniones Anuales del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Edit Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, pp 141-148. Valladolid, España.
11. MARTINEZ, J.; LOPEZ, E.; GARCIA-ESCUADERO, E. (2014). Efecto varietal sobre el contenido de glutatión en mostos y vinos blancos. XXXVII Congreso Mundial de la Vid y del Vino (OIV). Actas XXXVII Congreso Mundial de la Vid y el Vino (OIV), pp. 102-121. Mendoza, Argentina.
12. ORTEGA, C.; LOPEZ, R.; CACHO, J.; FERREIRA, V. (2001). Fast analysis of important wine volatile compounds: development and validation of new method based of gas chromatographic-flame ionization detection analysis of dicloromethane microextracts. *J. Cromatogr. A* 923: 205-214.

13. PORTU, J.; LOPEZ, R.; BAROJA, E.; SANTAMARIA, P.; GARDE-CERDAN, T. (2016). Improvement of grape and wine phenolic content by foliar application to grapevine of three different elicitors: methyl jasmonate, chitosan, and yeast extract. *Food Chemistry*, 201, 213-221.
14. POZO-BAYON, M.A.; ANDUJAR-ORTIZ, I.; ALCAIDE-HIDALGO, J.M.; MARTIN-ALVAREZ, P.J.; MORENO-ARRIBAS, M.V. (2009). Characterization of commercial inactive dry yeasts preparations for enological use based on their ability to release soluble compounds and their behavior toward aroma compounds in model wines. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 57 (22), 10784-10792.
15. SUKLJE, K.; ANTALICK, G.; BUICA, A.; COETZZE, A.; BRAND, J.; SCHMIDTKE, L.; VIVIER, M. (2016): Inactive dry yeasts application on grapes modify Sauvignon Blanc wine aroma. *Food Chemistry*, 197, 1073-1084.
16. TELLEZ, J.; GONZALEZ, V.; GARCIA, E.; PEIRO, E.; LISARRAGUE, J. R. (2015). Foliar application of yeast derivatives on grape quality and resulting wines. En *Technical Abstracts 66th ASEV National Conference* (pp. 143–144). Portland, Estados Unidos.
17. VILLANGO, S.; PASTI, G.; KALLAY, M.; LESKO, A.; BALGA, I.; DONKO, A.; LADANYI, M.; PALFI, Z.; ZSOFI, Z. (2015). Enhancing phenolic maturity of Syrah with the application of a new foliar spray. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 36, 304–315.

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado mediante un proyecto de investigación financiado por el Gobierno de La Rioja y cofinanciado al 50% con Fondos FEDER durante 2017 (Programa Operativo FEDER de La Rioja 2014-2020).

La empresa Lallemand S.L. ha aportado el preparado comercial (LaVigne Aroma) empleado en el estudio.

El rol de la PTV en la dinamización de proyectos de I+D+I dentro del área de la viticultura.

de la Fuente, M.¹; Humanes, V.¹; Tejero, L.¹; Boned, F.¹ y Suarez, R.¹

¹Plataforma Tecnológica del Vino C/Musgo,2 Bajo B · Edificio Europa II 28023 Madrid (La Florida) · España

RESUMEN

La PTV es una asociación que apuesta por la innovación como motor de la competitividad de la producción vitivinícola, nacional y europea. Desde 2011 lleva impulsando la actividad de I+D+i del sector del vino y se ha constituido como punto de encuentro para todos los agentes a lo largo de la cadena de valor que en él participan (organismos públicos y privados de investigación, administraciones públicas, sector bodeguero, empresa auxiliar y agentes tecnológicos).

Entre sus diferentes estructuras, la PTV cuenta con el trabajo de su comisión técnica, que está formada por un grupo de expertos en seis diferentes áreas científico-técnicas (Viticultura, Proceso, Producto, Sostenibilidad y Cambio Climático, Salud y Economía Vitivinícola) cuyo objetivo principal es identificar las necesidades del sector, en lo que a Innovación se refiere, y materializarlas en proyectos de I+D+i estratégicos.

En la última reunión del área de Viticultura y bajo la dirección de sus coordinadores científicos, se fijaron tres líneas prioritarias a desarrollar durante los próximos años:

- ✓ Minimizar los efectos de las plagas y las enfermedades de la vid (especialmente enfermedades de la madera).
- ✓ Desarrollo y aplicación de herramientas indicadores que faciliten el seguimiento y el manejo del cultivo.
- ✓ Conservación y puesta en valor de material vegetal tradicional existente en el viñedo español.

Cabe destacar que son numerosos los proyectos que se han dinamizado desde la PTV dentro del área de viticultura en los últimos años, entre ellos proyectos consorciados muy importantes para el sector: Globalviti, Vynsost, Smart Sustainable Wine o LIFE Priorat-Monsant son buenos ejemplos de ello.

Recopilación de ensayos de viticultura y enología, relacionados con la mitigación del cambio climático.

Ernesto Franco Aladrén

Centro de Transferencia Agroalimentaria (CTA). Gobierno de Aragón. Movera. Zaragoza.

Introducción.

- En la 33ª Reunión del GTEVE celebrada en Orense en 2018, el grupo mostró interés en recopilar los trabajos que realizan los Centros y que tiene que ver con la mitigación del cambio climático. Así en las conclusiones de la 33ª Reunión se indicaba *“Durante el debate y en numerosas ocasiones se hizo referencia al cambio climático, en este sentido se vio la necesidad de recopilar los trabajos que en diferentes ámbitos de la viticultura como: prácticas de cultivo, variedades, portainjertos, clones, tratamientos de viñedo, y de la enología como: levaduras y bacterias, tratamientos físicos de mostos y vinos, etc. afecten a los parámetros de los vinos, en especial a los que se modifican sustancialmente por los efectos del cambio climático, como es la concentración de azúcar y polifenoles. De esta recopilación se encargará D. Ernesto Franco del CTA de Aragón”.*

Este trabajo, es pues la recopilación de la información remitida por los diferentes Centros y que abordan gran parte de los aspectos relacionados con el cambio climático. En la **Tabla 1** se muestra el resumen de la información facilitada.

FICHA	ÁMBITO	CENTRO	TITULO	TIPO
1ª	VARIETADES	Estación Experimental de Aula Dei-CSIC	Variedades de vid adaptadas a zonas de altura Ensayo de clones adaptados a condiciones de cambio climático	Viticultura Enología
2ª		EVENA	Adaptación de variedades antiguas de vid (<i>Vitis vinifera</i>) con alto potencial enológico e importante proyección comercial a estreses abióticos asociados con el cambio climático.”	Viticultura Enología
3ª		EVENA	Selección conservativa de material vegetal de vid (<i>Vitis vinifera</i>) en distintas comarcas vitícolas de Navarra	Viticultura Enología
4ª		CTA	VALOVITIS. Valorización de las variedades de vid minoritarias del piedemonte pirenaico	Viticultura Enología
5ª	CULTIVO	EVEGA	Efecto del riego sobre el comportamiento agronómico y enológico de variedades blancas de vid en la Denominación de Origen Ribero	Viticultura Enología
6ª		EVENA	Aplicación de un fitoregulador de crecimiento en viñedo de Gamacha Tinta y efectos en la maduración de la uva y la calidad del vino	Viticultura Enología
7ª	VINIFICACION	EVENA	Desalcoholización parcial de mostos, en proceso de fermentación, y vinos rosados de Navarra por diferentes técnicas de filtración: pervaporación y ósmosis inversa	Enología
8ª	VINIFICACION	CTA	Desarrollo del proceso de desalcoholización parcial en fermentación	Enología
9ª	VINIFICACION	EVEGA	Diversidad de levaduras y de variedades de vid para la adaptación al cambio climático en vitivinicultura	Enología
10ª	VINIFICACION	UPM	Alternativas a la Fermentación Maloláctica convencional en regiones vitícolas afectadas por el cambio climático	Enología
11ª	VINIFICACION	UPM	Aplicación de la especie <i>Lachancea thermotolerans</i> como estrategia microbiológica para incrementar la acidez en regiones vitícolas afectadas por el cambio climático	Enología

1º Relación de fichas.

1ª Variedades de vid adaptadas a zonas de altura. Ensayo de clones adaptados a condiciones de cambio climático.

CENTRO: Estación Experimental de Aula Dei-CSIC Universidad de Navarra-Unidad Asociada al CSIC	TITULO: Variedades de vid adaptadas a zonas de altura Ensayo de clones adaptados a condiciones de cambio climático	PERIODO: 2018-2020	TIPO: Viticultura Enología
PERSONAL INVESTIGADOR y TECNICO implicado: Yolanda Gogorcena Manuel López-Vicente Pilar Gracia Ernest Guasch Juan José Irigoyen Inmaculada Pascual Mónica Oyarzun		FINANCIACION: Gobierno de Aragón Plan Nacional	
ESCALA del ensayo: Parcelas desde 1 ha	OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: Bodegas Bal Minuta EVENA- Gobierno de Navarra ICVV-CSIC		
OBJETIVO: Recuperación de variedades en peligro de extinción y caracterización molecular Evaluación del potencial enológico	TECNICA o TECNOLOGIA APLICADAS: Marcadores microsatélites y SNPs Madurez tecnológica y fenólica Análítica química de vinos		
RESULTADOS o CONCLUSIONES: -Mayor contenido ácido málico en mosto -Madurez tecnológica de uva adecuada -Madurez fenólica no alcanzada -Grado vino moderado -Acidez vino alta -IPT alto	PUBLICACIONES: -Poster Congreso International Congress of Grapevine and Wine Sciences. Logroño, Spain; 7-9 November 2018 -Trabajo Final de Grado 19 Febrero 2019. Sánchez-Monfort María, EPS Huesca-Biblioteca. -TRABAJOS en la 33 reunión de GTEVE, 10-11 abril Zaragoza. Aptitud enológica de variedades adaptadas a zonas de altura. Sánchez-Monfort et al., 2019.		

2ª Adaptación de variedades antiguas de vid (*Vitis vinífera*) con alto potencial enológico e importante proyección comercial a estreses abióticos asociados con el cambio climático.

CENTRO: EVENA. Sección de Viticultura y Enología. Gobierno de Navarra	TITULO: Adaptación de variedades antiguas de vid (<i>Vitis vinífera</i>) con alto potencial enológico e importante proyección comercial a estreses abióticos asociados con el cambio climático.	PERIODO: 2018 (inicio del proyecto)	TIPO: Viticultura y Enología
PERSONAL INVESTIGADOR y TECNICO implicado: Mª Carmen Antolín Inmaculada Pascual Elizalde Juan José Irigoyen Iparrea Nieves Goicoechea Preboste Amadeo Urdiain Navas Mónica Oyarzun Aliende Félix Cibriain Sabalza Ana Sagües Sarasa Amaia Martínez Santamaría		FINANCIACION: - Departamento De Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local. (Gobierno de Navarra) - Plan de Investigación de la Universidad de Navarra (PIUNA)	
ESCALA del ensayo: - Utilización de variedades de vid procedentes de viñedo antiguo como una forma de mitigar las consecuencias del cambio climático - Estudiar la adaptabilidad de estas variedades a cambios en los factores ambientales asociados al cambio climático (temperatura elevada, altos niveles de CO ₂ atmosférico y déficit hídrico)		OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: - Universidad de Navarra	
OBJETIVO: Caracterizar la producción de algunas de las variedades minoritarias recuperadas en Navarra para efectuar la experiencia del Cambio climático. Evaluar la adaptación al modelo de esquejes fructíferos de algunas de las variedades minoritarias recuperadas en Navarra mediante el análisis de la fenología, el crecimiento, la inoculación micorrízica y la calidad de la uva. Los resultados obtenidos servirán para seleccionar las variedades con alto potencial enológico que se utilizarán para estudiarlas bajo diferentes escenarios de cambio climático.		TECNICA o TECNOLOGÍA APLICADAS: Estudio de los parámetros básicos agronómicos y enológicos de las distintas variedades en distintas condiciones ambientales.	
RESULTADOS o CONCLUSIONES:		PUBLICACIONES:	

3ª Selección conservativa de material vegetal de vid (*Vitis vinífera*) en distintas comarcas vitícolas de Navarra.

CENTRO: Estación de Viticultura y Enología de Navarra (EVENA)	TITULO: Selección conservativa de material vegetal de vid (<i>Vitis vinífera</i>) en distintas comarcas vitícolas de Navarra.	PERIODO: 2018 (inicio del proyecto) - 2023	TIPO: Viticultura y Enología
PERSONAL INVESTIGADOR y TECNICO implicado: Karmele Jimeno Soraya Borja Jon Aspurz Patxi Moriones Roberto Anton Félix Cibriain Sabalza Ana Sagües Sarasa Amaia Martínez Santamaría Iker Tres Pascual Iker Uriz Berdonces		FINANCIACION: - Departamento De Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local. (Gobierno de Navarra) - Propia en el caso de las empresas participantes	
ESCALA del ensayo: - Diseño y plantación (a escala real) de viñedos con material vegetal local en tres comarcas vitícolas de Navarra. - Utilización de variedades de vid procedentes de viñedo antiguo como una forma de mitigar las consecuencias del cambio climático.		OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: - Bodegas Ubate - Bodega cooperativa de Liédena	
OBJETIVO: Mitigar el efecto del cambio climático en la producción de vinos.		TECNICA o TECNOLOGÍA APLICADAS: Estudio de los parámetros básicos agronómicos y enológicos y organolépticos de las producciones obtenidas.	
RESULTADOS o CONCLUSIONES:		PUBLICACIONES:	

4ª VALOVITIS. Valorización de las variedades de vid minoritarias del piedemonte pirenaico.

CENTRO: CTA, CITA. Gobierno de Aragón	TITULO: VALOVITIS. Valorización de las variedades de vid minoritarias del piedemonte pirenaico	PERIODO: 2016-2019	TIPO: Viticultura y Enología
PERSONAL INVESTIGADOR y TECNICO implicado: Ernesto Franco Eva Herrero Ricardo López Alberto Pavón Jesús Usón Yolanda Gogórcena		FINANCIACION: Programa de Cooperación Territorial Interreg V-A (POCTEFA). Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)	
ESCALA del ensayo: - Vinificación de entre 15 a 150 Kg de uva de las distintas variedades, en envase de inoxidable de 25 l.		OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: -Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) -Laboratorio de Análisis del Aroma y Enología de la Universidad de Zaragoza (LAAE) -Estación Experimental de Aula Dei (EEAD) del CSIC	
OBJETIVO: El proyecto tiene como objetivo, identificar el patrimonio varietal histórico de las regiones participantes, evaluar el potencial agronómico, tecnológico y aromático de las variedades y fomentar el desarrollo de variedades de vid minoritarias mediante la transferencia de los resultados al sector. En Aragón y en el marco de VALOVITIS y durante los años 2016 y 2017 se ha profundizado en el estudio de 30 variedades del Banco de Germoplasma de Vid de Aragón		TECNICA o TECNOLOGÍA APLICADAS: Estudio de los parámetros básicos agronómicos, enológicos, aromáticos y sensoriales de los distintos vinos obtenidos de variedades desconocidas del BGVA.	
RESULTADOS o CONCLUSIONES: La caracterización molecular, agronómica y enológica de algunas de estas variedades permite obtener vinos de gran interés. VALOVITIS ha hecho posible disponer para el sector aragonés de variedades de vid que, al borde de la desaparición, tienen buena resistencia a plagas y enfermedades, alta capacidad de adaptación al cambio climático en particular por lo que se refiere al aumento del contenido alcohólico y a la disminución de la acidez. Aragón posee un valioso patrimonio varietal. Vale la pena seguir trabajando en su preservación y proporcionar valiosas herramientas al sector vitivinícola local ofreciendo singularidad y diferenciación en los mercados. Destacan las variedades blancas Albana, Greta y Rotuna y las tintas Ambrosina-Aubum Gonfaus, Parrel y Beturian. Se está realizando la transferencia de este conocimiento y material vegetal a bodegas y viticultores, con el fin de proporcionar una ventaja competitiva al sector aragonés, manteniendo el dinamismo económico y social en las zonas rurales cubiertas por el proyecto.		PUBLICACIONES: - E. Franco, J. Usón, J. Andreu, A. Pavón, Y. Gogorcena, R. López, E. Herrero. 2018. PARREL, vinífera aragonesa de la depresión del Ebro. Adaptación a terroir semiáridos de cultivo. E3S Web of Conferences, Volum 50, id.01021XII Congreso Internacional Terroir. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185001045 . Bibcode 2018E3SWC..5001045F - R. López, L. Culleré; E. Moreno; F. Prezman; E. Franco. 2018. Caracterización aromática de variedades minoritarias del Piedemonte Pirenaico E3S Web of Conferences, Volume 50, id.01021XII Congreso Internacional Terroir. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185001023 . Bibcode 2018E3SWC..5001023L -E. Gracia Moreno, L. Culleré, F. Frezman, E. Franco Aladrén, R. López. 2018. Potential of minor grape varieties from the Pyrenean Massif. Poster MACROWINE - E. Franco, E. Herrero, R. López, A. Pavón; J. Usón. 2018. VALOVITIS, the value of minority or endangered vine varieties in the Pyrenean foothill. Poster_ICGWS. Logroño	

5ª Efecto del riego sobre el comportamiento agronómico y enológico de variedades blancas de vid en la Denominación de Origen Ribeiro.

CENTRO: Estación de Viticultura e Enología de Galicia (EVEGA)	TITULO: Efecto del riego sobre el comportamiento agronómico y enológico de variedades blancas de vid en la Denominación de Origen Ribeiro	PERIODO: 2012 - 2014	TIPO: Viticultura y Enología
PERSONAL INVESTIGADOR y TECNICO implicado: José Manuel Mirás Avalos (IP) Ignacio Orriols Fernández (Investigador) Emilia Díaz Losada (Investigadora) Alfonso Ribas Álvarez (Investigador) Iván Vázquez (Técnico) Beatriz Castiñeiras (Técnico) Francisco Rego (Técnico) Julián Benítez (Técnico) Juan Luis Casas (Técnico) Emiliano Trigo Córdoba (Doctorando) Yolanda Bouzas Cid (Doctoranda)		FINANCIACION: Proyecto INIA coordinado: "Influencia de diferentes prácticas culturales en el estado hídrico de viñedos del Noroeste de España: valoración agronómica y económica" (Ref.: RTA2011-00041-C02-00). Subproyecto 1: "Estado hídrico del viñedo. Efecto del riego y las coberturas vegetales. Balance económico". RTA2011-00041-C02-01 Financiación concedida: 100020 € Subproyecto 2: "Modelización de las necesidades hídricas del viñedo. Evaluación de los sistemas de riego y sus efectos sobre el mercado". RTA2011-00041-C02-02 Financiación concedida: 70008,6 €	
ESCALA del ensayo: Ensayo en viñedo del Ribeiro Vinificaciones en bodega (35 litros) Tres años: 2012 a 2014	OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: Axencia Galega da Calidad Alimentaria (AGACAL) En conjunto de todo el proyecto coordinado: Universidade de Santiago de Compostela (USC) Bodega Germán Rodríguez Salgado Lagar de Fomelos S.A.		
OBJETIVO: Determinar el efecto del riego sobre la respuesta vegeto-productiva y enológica de tres variedades blancas de vid de cultivo tradicional en Galicia: Albariño, Godello y Treixadura. Establecer un protocolo racional de riego basado en mediciones del estado hídrico del viñedo y datos meteorológicos.	TECNICA o TECNOLOGÍA APLICADAS: Riego localizado		
RESULTADOS o CONCLUSIONES: Durante el desarrollo del proyecto se han observado que los valores de potencial hídrico foliar han sido más negativos en los tratamientos de secano para todas las variedades estudiadas, confirmando niveles de estrés hídrico de ligeros a moderados e, incluso, severos en el caso de algunas como Treixadura en fechas determinadas. Sin embargo, el funcionamiento fisiológico de las cepas no parece verse negativamente afectado por estas condiciones. Los parámetros productivos apenas se han visto afectados por los tratamientos de riego en el caso de Albariño y Godello, pero sí en Treixadura, ya que el riego incrementó la producción. El crecimiento vegetativo de las cepas se ha visto incrementado con el riego en todos los casos. En cuanto a los parámetros de calidad de mostos y vinos, se observa una tendencia a obtener una menor graduación alcohólica y una mayor acidez en el tratamiento de riego. Esto puede ser de interés desde el punto de vista enológico a la hora de contrarrestar los efectos de un aumento de las temperaturas provocado por el cambio climático. Dependiendo de la variedad considerada, las concentraciones de aminoácidos en los mostos y de compuestos volátiles en los vinos se vieron afectadas en mayor o menor medida por el estado hídrico de las cepas y, por tanto, por el tratamiento de riego empleado. Finalmente, los resultados de los análisis sensoriales permiten observar ligeras diferencias entre los vinos procedentes de los tratamientos considerados. En resumen, los resultados aportados en del presente proyecto han permitido definir pautas básicas para un manejo adecuado del riego en un viñedo del Ribeiro, que pueden emplearse como base para la mitigación de los efectos del cambio climático.	PUBLICACIONES: Mirás-Avalos, J.M., Trigo-Córdoba, E., Bouzas-Cid, Y. (2014). Does predawn water potential discern between irrigation treatments in Galician white grapevine cultivars? <i>Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin</i> , 48(2), 123-127. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2014.48.2.1566 Trigo-Córdoba, E., Bouzas-Cid, Y., Orriols-Fernández, I., Mirás-Avalos, J.M. (2015). Effects of deficit irrigation on the performance of grapevine (<i>Vitis vinifera</i> L.) cv. 'Godello' and 'Treixadura' in Ribeiro, NW Spain, <i>Agricultural Water Management</i> , 151, 20-30. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.07.011 . Mirás-Avalos, J.M., Trigo-Córdoba, E., Gómez-Sanmartín, J.M., López-Parada, M. (2015). Estado hídrico de siete variedades autóctonas de Galicia durante las campañas de 2012 a 2014 en la D.O. Ribeiro. <i>Enoviticultura</i> , 34, 18-27. Mirás-Avalos, J. M., Trigo-Córdoba, E., Bouzas-Cid, Y., Orriols-Fernández, I. (2016). Irrigation effects on the performance of grapevine (<i>Vitis vinifera</i> L.) cv. 'Albariño' under the humid climate of Galicia. <i>OENO One</i> , 50(4). https://doi.org/10.20870/oeno-one.2016.50.4.63 Bouzas-Cid, Y., Falqué, E., Orriols, I., Mirás-Avalos, J.M. (2018). Effects of irrigation over three years on the amino acid composition of Treixadura (<i>Vitis vinifera</i> L.) musts and wines, and on the aromatic composition and sensory profiles of its wines. <i>Food Chemistry</i> , 240, 707-716. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.013 Bouzas-Cid, Y., Trigo-Córdoba, E., Falqué, E., Orriols, I., Mirás-Avalos, J.M. (2018). Influence of supplementary irrigation on the amino acid and volatile composition of Godello wines from the Ribeiro Designation of Origin. <i>Food Research International</i> , 111, 715-723. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.074		

6ª Aplicación de un fitorregulador de crecimiento en viñedo de Garnacha Tinta y efectos en la maduración de la uva y la calidad del vino.

CENTRO: EVENA. Sección de Viticultura y Enología. Gobierno de Navarra	TITULO: "Aplicación de un fitorregulador de crecimiento en viñedo de Garnacha Tinta y efectos en la maduración de la uva y la calidad del vino".	PERIODO 2015-2016	TIPO: Viticultura y Enología
PERSONAL INVESTIGADOR y TECNICO implicado: Julián Suberviola Ripa; Karmele Jimeno, Amaia Altuna, Cristina Gorriz, Untzizu Luquin, Ramiro Vélez, Felix Cibriain.		FINANCIACION: - Departamento De Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local. (Gobierno de Navarra)	
ESCALA del ensayo: Aspectos vitícolas: diseño del ensayo de la parcela, aplicación del producto, análisis de maduración fenólica-tecnológica y vendimia. Aspectos enológicos: vinificación, análisis de mosto-vino y análisis sensorial.		OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: Bayer CropScience, S.L.(BCS)	
OBJETIVO: Evaluar el efecto de Fruitel 180 en la maduración y calidad de los vinos de la variedad Garnacha tinta. Pulverizando en la primera parte del envero un fitorregulador del crecimiento vegetal se adelanta la maduración. El tratamiento puede considerarse como herramienta para el ajuste de la madurez tecnológica y fenólica de la Garnacha Tinta.		TECNICA o TECNOLOGÍA APLICADAS Aplicación del producto con nebulizador en campo. Toma de muestras en 4 momentos de la maduración. Análisis de maduración. Elaboración de las dos variantes de vino. Análisis de vinos. Análisis organoléptico.	
RESULTADOS o CONCLUSIONES: Durante la maduración el Grado Probable es menor en las uvas tratadas debido a que el fitoregulador retrasa la acumulación de azúcares. Se demuestra que las cepas tratadas tienen menor grado alcohólico potencial, mayor intensidad colorante. No hay diferencias significativas entre las variantes. El tratamiento puede considerarse como herramienta para el ajuste de la madurez tecnológica y fenólica de la Garnacha Tinta.		PUBLICACIONES: Presentación en el GTVE 2017	

7ª Desalcoholización parcial de mostos, en proceso de fermentación, y vinos rosados de Navarra por diferentes técnicas de filtración: pervaporación y ósmosis inversa.

CENTRO: EVENA. Sección de Viticultura y Enología. Gobierno de Navarra	TITULO: "Desalcoholización parcial de mostos, en proceso de fermentación, y vinos rosados de Navarra por diferentes técnicas de filtración: pervaporación y ósmosis inversa".	PERIODO: 2009-2012	TIPO: Enología
PERSONAL INVESTIGADOR y TECNICO implicado: Julián Suberviola Ripa; Karnele Jimeno, Carlos Izuriaga, Laura Aguirre, Felix Cibriain.		FINANCIACION: - Departamento De Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local (Gobierno de Navarra)	
ESCALA del ensayo: -Vinificación, análisis físico-químico de mosto-vino y análisis organoléptico.		OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: - PAETZOLD IBERICA. S.L.U.	
OBJETIVO: - Uso de la desalcoholización como posible solución a desequilibrios entre la componente en azúcares de los mostos y el color de los vinos, que aparece en vinos con alto poder alcohólico.		TECNICA o TECNOLOGÍA APLICADAS: -Pervaporación -Ósmosis inversa	
RESULTADOS o CONCLUSIONES: -En mostos, el extracto seco es significativamente superior en las variantes desalcoholizada. -En vinos, la desalcoholización produce una ligera disminución de la intensidad colorante y el extracto seco es significativamente superior. -En los análisis organolépticos se aprecian diferencias significativas entre el vino testigo y el desalcoholizado 1,5% Vol. frente a los vinos desalcoholizados 3 y 4,5 % Vol., siendo los dos primeros los mejor valorados.		PUBLICACIONES: "Desalcoholización parcial de vinos rosados de Navarra: por ósmosis inversa" Navarra agraria. ISSN 0214-6401, N° 195, 2012, pág. 45	

8ª Desarrollo del proceso de desalcoholización parcial en fermentación.

CENTRO: Centro de Transferencia Agroalimentaria. Gobierno de Aragón	TITULO: Desarrollo del proceso de desalcoholización parcial en fermentación	PERIODO: 2006-2016	TIPO: Enología
PERSONAL INVESTIGADOR y TECNICO implicado: Ernesto Franco Aladrén Fernando Ballesteros Marín.		FINANCIACION: Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón	
ESCALA del ensayo: Vinificación de ENTRE 50.000 a 1.500 Kg de uva, análisis físico-químico de mosto-vino y análisis organoléptico.		OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: BODEGAS ARAGONESAS (DOP Campo de Borja) PAETZOLD IBERICA. S.L.U. BUCHER-VASLIN ENOLOGICA VASON SPA SEPSA-ENARTIS	
OBJETIVO: - Uso de la desalcoholización como posible solución a desequilibrios entre la componente en azúcares de los mostos y el color de los vinos, que aparece en vinos con alto poder alcohólico.		TECNICA o TECNOLOGÍA APLICADAS: Desucrización Pervaporación Ósmosis inversa	
RESULTADOS o CONCLUSIONES: La primera técnica, prefermentativa, que se ensaya es la de retirar azúcar del mosto (desazucarización), se aplica el método REDUX, patentado por Bucher-Vaslin. La segunda es una técnica fermentativa de inseminación en el mosto de levadura criófila productora de glicerol, levadura suministrada por Sepsa-Enartis. La tercera son técnicas postfermentativas de desalcoholización de vino por evaporación en frío al vacío, método REDA, y por ósmosis inversa, material facilitado por Bodegas Aragonesas y Bucher-Vaslin, respectivamente. La desalcoholización parcial del vino en fermentación es una herramienta técnica al servicio de la calidad y autenticidad de los vinos. El proceso es de gran eficacia, reduciendo el riesgo de desviaciones durante la fermentación y mejora la calidad organoléptica. La normativa vigente ya prevé este proceso y por tanto no debería ser un impedimento para su aplicación en las bodegas.		PUBLICACIONES: - E. Franco, F. Ballesteros, J. C. Martínez, I. Ponte, M. Iñiguez. 2009. Primeros resultados de ensayos para reducir el grado alcohólico en vino . Reuniones del Grupo de Trabajo de Experimentación de Viticultura y Enología. MAPA. 24ª Reunión Madrid. ISBN 978-84-491-1020-7 E. Franco, F. Ballesteros, E. Biondo, D. Herrando. 2010. Mejora de la calidad de los vinos de elevada graduación alcohólica mediante la aplicación de la técnica de pervaporación en mostos en fermentación para reducir su contenido en alcohol . Reuniones del Grupo de Trabajo de Experimentación de Viticultura y Enología. MARM. 25ª Reunión Jerez de la Frontera. ISBN 978-84-491-1191-4 - E. Franco, F. Ballesteros, I. Ponte, D. Herrando. 2010. Estudio de la incidencia sobre la calidad de los vinos de la aplicación de técnicas para reducir el alcohol de los vinos cuando su contenido en azúcar supere 15%(v/v) de alcohol en potencia . ENOLOGOS 64:52-57 - E. Franco, F. Ballesteros, E. Felipe, D. Herrando. 2012. Desalcoholización parcial de los vinos durante la fermentación alcohólica mediante ósmosis inversa . Reuniones del Grupo de Trabajo de Experimentación de Viticultura y Enología. MAGRAMA. 27ª Reunión, Segurde-Boqueixon. ISBN 978-84-491-1322-2 - E. Franco, F. Ballesteros, E. Felipe, D. Herrando. 2013. Desalcoholización parcial de vinos durante la fermentación alcohólica mediante ósmosis inversa . ENOLOGOS 82:48-56. - E. Franco, F. Ballesteros 2017. Desarrollo del proceso de desalcoholización parcial del vino en fermentación. Diez años de investigación . Eneo 8: 54-59. ISSN:2462-4098	

9ª Diversidad de levaduras y de variedades de vid para la adaptación al cambio climático en vitivinicultura.

CENTRO: Estación de Viticultura e Enología de Galicia (EVEGA-AGACAL)	TÍTULO: Diversidad de levaduras y de variedades de vid para la adaptación al cambio climático en vitivinicultura	PERÍODO: 2017-2018	TIPO: Viticultura Enología Microbiología
PERSONAL INVESTIGADOR y TÉCNICO implicado: Pilar Blanco Camba Emilia Díaz Losada David Castrillo Cachón Elvira Soto Vázquez María José Lorenzo Alonso Daniel Fornos Rivas María José Graña Caneiro Juan Casares Gándara		FINANCIACIÓN: Coste total del proyecto: 46.175,94 € Financiación interna (30%): 13.853,07 € Fundación Biodiversidad (70%): 32.323,83 €	
ESCALA del ensayo: Campo Laboratorio Bodega		OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: ----	
OBJETIVO: Evaluar la adaptación de las distintas variedades de vid disponibles en la EVEGA ante el cambio climático Evaluar el potencial de distintas especies de levaduras de la colección de levaduras de EVEGA para mitigar sus efectos en bodega. Transferir los resultados al sector		TECNICA o TECNOLOGÍA APLICADAS: Recopilación de datos de variedades Recopilación de datos climáticos Ensayos de fermentación con distintas especies de levaduras	
RESULTADOS o CONCLUSIONES: Se ha evaluado el ciclo fenológico y el potencial enológico de las distintas variedades conservadas en la colección de vid de EVEGA, para valorar la variabilidad disponible frente a los efectos del cambio climático. Galicia cuenta con un importante potencial vitícola que incluye variedades de ciclo largo y con acidez elevada que pueden solventar la problemática determinada por el cambio climático, como es Loureira entre las blancas o Caiño Longo, Caiño Tinto o Sousón entre las tintas. En otras variedades de ciclo corto, pero con valores de acidez elevada como Albariño o Caiño Branco, el aumento de temperatura favorecerá una disminución de la acidez y permitirá la obtención de vinos más equilibrados. Además, a partir de la colección de levaduras vínicas de la EVEGA, se han evaluado 60 cepas en base a su comportamiento fermentativo y la capacidad para producir etanol. Se han preseleccionado 14 levaduras para ensayos de microvinificación con el fin de investigar su influencia en la composición química de los vinos y su potencial para paliar efectos del cambio climático. De ellas destacaron <i>Metschnikowia fruticola</i> Mf278 y <i>Lachancea thermotolerans</i> L193 por su capacidad para reducir el grado alcohólico del vino y aumentar la acidez, respectivamente; además de influir positivamente en la calidad organoléptica del vino. En conclusión, en Galicia disponemos de una diversidad tanto de variedades de vid como de levaduras vínicas que constituyen una herramienta útil para afrontar las consecuencias del cambio climático en vitivinicultura ofreciendo soluciones a corto o medio plazo para el sector.		PUBLICACIONES: Jornada: "Viticultura e cambio climático. A pegada de carbono" 29/11 /2017, Monterrei (Ourense). Ponencia: Presentación del proyecto "Diversidade de lévedos e de variedades de vide para a adaptación ao cambio climático na vitivinicultura" <i>Pilar Blanco Camba</i> http://evega.xunta.gal/formacion/xornadas-e-seminarios/ Jornada: "Os retos da viticultura ante o cambio climático" 5/06/2018, Ourense (Centro Cultural Marcos Valcárcel). Ponencia: presentación de los resultados del proyecto : "Diversidade de lévedos e de variedades de vide para a adaptación ao cambio climático na vitivinicultura". Variedades de vide galegas: potencial como ferramentas de adaptación ao cambio climático. <i>Emilia Díaz Losada</i> O potencial dos lévedos. <i>Pilar Blanco Camba</i> http://evega.xunta.gal/formacion/xornadas-e-seminarios/ D. Castrillo, E. Rabuñal, N. Neira, P. Blanco. 2018. Potential of non- <i>Saccharomyces</i> yeasts to mitigate effects of climate change in wine making. Póster. Macrowine 2018. 28-31 Mayo, Zaragoza. http://www.macrowine2018.com/uploads/docs/P-76.pdf D. Castrillo, N. Neira, MJ Lorenzo, E. Soto y P. Blanco. 2018. Levaduras no- <i>Saccharomyces</i> autóctonas para reducir el grado alcohólico de los vinos. GIENOL 2018- XIV Congreso nacional de Investigación Enológica. Ciudad Real, 26-29 Junio. Pendiente publicación en formato digital. David Castrillo, Eva Rabuñal, Noemi Neira y Pilar Blanco. 2018. Reducción del grado alcohólico del vino mediante aplicación de levaduras no- <i>Saccharomyces</i> . <i>Sevi. En prensa</i>	

10ª Alternativas a la Fermentación Maloláctica convencional en regiones vitícolas afectadas por el cambio climático.

CENTRO: Universidad Politécnica de Madrid	TÍTULO (1): Alternativas a la Fermentación Maloláctica convencional en regiones vitícolas afectadas por el cambio climático	PERIODO (2): 2015-2018	TIPO (3): Microbiología
PERSONAL INVESTIGADOR y TECNICO implicado: Santiago Benito Sáez		FINANCIACION: Bodega Pago de Carraovejas, mediante el Proyecto: CDTI FPA1720300120 (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial).	
ESCALA del ensayo: 5 L (por triplicado), 80 L (por triplicado) y 800 L (sin triplicados).		OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: University College London. Hochschule Geisenheim University. Chinese Academy of Sciences, Beijing, China.	
OBJETIVO: Estabilizar vinos tintos desde un punto de vista microbiológico antes del embotellado. Especialmente vinos procedentes de uvas sobremaduras con reducido contenido en ácido málico con objeto de evitar posibles desviaciones que podrían tener lugar en una fermentación maloláctica convencional.		TECNICA o TECNOLOGÍA APLICADAS: Biotecnología consistente en el uso de especies alternativas a la clásica bacteria láctica <i>Oenococcus oeni</i> . El estudio se ha centrado en el empleo de la especie de bacteria láctica <i>Lactobacillus plantarum</i> y la especie de levadura <i>Schizosaccharomyces pombe</i> .	
RESULTADOS o CONCLUSIONES: Obtención de vinos estabilizados microbiológicamente tras fermentación alcohólica con mayor color, menor acidez volátil y menor contenido en aminos biógenos que los controles que realizaron fermentación maloláctica convencional.		PUBLICACIONES: Benito A, Calderon F, Benito S (2018) <i>Schizosaccharomyces pombe</i> biotechnological applications in winemaking. In: Singleton TL (ed) <i>Methods molecular biology</i> , chapter 20. Springer, Berlin, Germany. pp 217-226. Benito A, Calderon F, Benito S (2018) <i>Schizosaccharomyces pombe</i> Isolation Protocol. In: Singleton TL (ed) <i>Methods molecular biology</i> , chapter 20. Springer, Berlin, Germany. pp 227-234. Benito, Á., Calderón, F., & Benito, S. (2017). The Combined Use of <i>Schizosaccharomyces pombe</i> and <i>Lachancea thermotolerans</i> —Effect on the Anthocyanin Wine Composition. <i>Molecules</i> , 22(5), 739. Benito, Á., Jeffares, D., Palomero, F., Calderón, F., Bai, F. Y., Bähler, J., & Benito, S. (2016). Selected <i>Schizosaccharomyces pombe</i> strains have characteristics that are beneficial for winemaking. <i>PLoS one</i> , 11(3), e0151102. Benito, Á., Calderón, F., & Benito, S. (2016). Combined use of <i>S. pombe</i> and <i>L. thermotolerans</i> in Winemaking. Beneficial Effects Determined through the Study of Wines' Analytical Characteristics. <i>Molecules</i> , 21(12), 1744. Benito, S., Hofmann, T., Laier, M., Lochbühler, B., Schüttler, A., Ebert, K., & Rauhut, D. (2015). Effect on quality and composition of Riesling wines fermented by sequential inoculation with non- <i>Saccharomyces</i> and <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . <i>European Food Research and Technology</i> , 241(5), 707-717. Benito, Á., Calderón, F., Palomero, F., & Benito, S. (2015). Combine Use of Selected <i>Schizosaccharomyces pombe</i> and <i>Lachancea thermotolerans</i> Yeast Strains as an Alternative to the Traditional Malolactic Fermentation in Red Wine Production. <i>Molecules</i> , 20(6), 9510-9523.	

11ª Aplicación de la especie *Lachancea thermotolerans* como estrategia microbiológica para incrementar la acidez en regiones vitícolas afectadas por el cambio climático.

CENTRO: Universidad Politécnica de Madrid	TÍTULO: Aplicación de la especie <i>Lachancea thermotolerans</i> como estrategia microbiológica para incrementar la acidez en regiones vitícolas afectadas por el cambio climático	PERIODO: 2016-2018	TIPO: Microbiología
PERSONAL INVESTIGADOR y TECNICO implicado: Santiago Benito Sáez		FINANCIACION: Bodega Pago de Carraovejas, mediante el Proyecto: CDTI FPA1720300120 (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial).	
ESCALA del ensayo: 5 L (por triplicado), 80 L (por triplicado) y 800 L (sin triplicados).		OTROS CENTROS O EMPRESAS IMPLICADAS: Hochschule Geisenheim University	
OBJETIVO: Acidificar vinos de manera biológica evitando el empleo de acidulantes de síntesis industrial.		TECNICA o TECNOLOGÍA APLICADAS: Biotecnología consistente en el uso de la especie de levadura <i>Lachancea thermotolerans</i> capaz de generar ácido láctico durante la fermentación alcohólica reduciendo el pH del vino.	
RESULTADOS o CONCLUSIONES: Incrementos en ácido láctico de entre 1 a 5 g/L. Reducciones de pH de hasta 0.5 unidades. La metodología propuesta permite corregir acidez en uvas sobremaduradas.		PUBLICACIONES: Benito, S. (2018). The impacts of <i>Lachancea thermotolerans</i> yeast strains on winemaking. <i>Applied microbiology and biotechnology</i> , 1-16. Benito, Á., Calderón, F., & Benito, S. (2017). The Combined Use of <i>Schizosaccharomyces pombe</i> and <i>Lachancea thermotolerans</i> —Effect on the Anthocyanin Wine Composition. <i>Molecules</i> , 22(5), 739. Benito, Á., Calderón, F., Palomero, F., & Benito, S. (2016). Quality and composition of Airen wines fermented by sequential inoculation of <i>Lachancea thermotolerans</i> and <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . <i>Food technology and biotechnology</i> , 54(2), 135.	

2º Conclusiones.

La aportación a esta recopilación ha sido de 11 trabajos o líneas que en relación con el cambio climático han presentado cinco Centros, de los cuales seis se corresponden con aspectos vitícolas, cuatro relacionadas con variedades y adaptación de las mismas a nuevas condiciones ambientales y dos relacionados con aspectos del cultivo de la vid, riego del viñedo y control del vigor. Cinco trabajos están relacionados con la enología, dos que disminuyen el grado alcohólico en los vinos mediante técnicas de membrana y tres relacionadas con la microbiología. De las fermentaciones con el objetivo de estabilizar los vinos, aumentar la acidez y disminuir el pH y alcohol de los mismos.

3º Agradecimientos.

A los investigadores y Centros que han colaborado en la confección de esta primera recopilación de los trabajos que relacionados con la mitigación del cambio climático se realizan en el ámbito del GTEVE.

ISBN 978-84-491-1543-1



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN