



SOSTENIBILIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LA VITICULTURA EN EL TERRITORIO POCTEFA.

AUMENTO DE LA LONGEVIDAD Y LA SALUD DE LA VIÑA A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN Y TRANSFERENCIA DE PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTA Y DE PODA

EFA324/19

Estado del arte: Enfermedades fúngicas de la madera Importancia del injertado y la poda en el desarrollo de las enfermedades

Actividades 3.2 y 4.3

09/03/2021



Título de Informe	Estado del arte: Enfermedades fúngicas de la madera. Importancia del injertado y la poda en el desarrollo de las enfermedades
Versión	V1
Responsable del Entregable	ICVV -CSIC
Actividad	Actividades 3.2 y 4.3
Autores	David Gramaje, Sonia Ojeda, Rebeca Bujanda, Beatriz López-Manzanares
Colaborador/es	UPNA
Referencia	EFA324/19
Programa	Programa INTERREG V-A España-Francia-Andorra POCTEFA 2014-2020
Fecha de comienzo del Proyecto	01/12/2019
Duración	36 meses
Jefe de filas	UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA

El proyecto ha sido cofinanciado al 65% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España-Francia-Andorra (**POCTEFA 2014-2020**). El objetivo del POCTEFA es reforzar la integración económica y social de la zona fronteriza España-Francia-Andorra. Su ayuda se concentra en el desarrollo de actividades económicas, sociales y medioambientales transfronterizas a través de estrategias conjuntas a favor del desarrollo territorial sostenible.

RESUMEN

Las enfermedades fúngicas de la madera de la vid (EMV) son el principal factor biótico que amenaza la sostenibilidad del cultivo en todo el mundo. El proceso de injertado en viveros de vid es un punto crítico de infección por hongos de la madera. En viñedos adultos, estos patógenos penetran principalmente por las heridas de poda. Además, estudios previos han demostrado que los sistemas de conducción y las técnicas de poda pueden influir en la incidencia de síntomas foliares de EMV. Existe una necesidad urgente de (i) estudiar la influencia del tipo de injerto sobre la incidencia de las EMV, (ii) evaluar productos sostenibles para proteger las heridas de poda contra la infección natural por hongos de la madera y (iii) estudiar las variables asociadas al uso de diferentes sistemas de poda para corroborar las observaciones visuales de síntomas asociados a las EMV.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. HONGOS ASOCIADOS A LAS ENFERMEDADES DE LA MADERA EN EL PROCESO DE PROPAGACIÓN DE LA VID	5
3. EPIDEMIOLOGÍA DE LAS ENFERMEDADES DE LA MADERA DE LA VID EN VIÑEDOS ADULTOS	7
4. PROTECCIÓN DE HERIDAS DE PODA	7
5. PERSPECTIVAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN SOBRE LAS EMV EN RELACIÓN CON EL INJERTO Y LA PODA	8
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA	8

1. INTRODUCCIÓN

El término “enfermedades fúngicas de la madera de la vid” (EMV) es relativamente nuevo y fue acuñado a finales de la década de los 90 para hacer referencia a síntomas foliares y vasculares observados en vid, ocasionados por un grupo de hongos que infectan las cepas a través de las heridas de poda y que se propagan colonizando la cepa a través del tejido vascular (Mugnai, 2011). No obstante, los síntomas atribuidos a lo que hoy en día se conoce como EMV son conocidos desde hace tanto tiempo que se sospecha que enfermedades como la yesca son tan antiguas como el cultivo de la vid (Mugnai et al. 1999).

Aunque las EMV se conocen desde finales del siglo XIX (Ravaz, 1898), el reconocimiento de su importancia e impacto económico es reciente. Esto es debido al aumento de la incidencia de las EMV a nivel mundial como consecuencia de varios factores como son los cambios en las prácticas productivas, la reducción de sustancias químicas eficaces autorizadas, el predominio de variedades susceptibles y el envejecimiento de los viñedos. Todo esto conlleva que las EMV sean consideradas como una de las principales amenazas para la sostenibilidad futura de la viticultura puesto que suponen pérdidas económicas significativas como consecuencia de la reducción de los rendimientos, el aumento del coste de manejo del cultivo debido a las medidas preventivas químicas y de manejo, y a la reducción de la vida útil de los viñedos (Bertsch et al. 2013; Kaplan et al. 2016).

Hasta la fecha, se han aislado 133 especies fúngicas pertenecientes a 34 géneros de vides con síntomas de EMV, aunque no se han podido completar los postulados de Koch en todos los casos. Por ello, los hongos asociados a las EMV son considerados el grupo más amplio de patógenos que afectan al viñedo (Gramaje et al., 2018). Las EMV están causadas principalmente por hongos Ascomicetos, aunque varios hongos Basidiomicetos juegan también un papel importante en este complejo de enfermedades (Fischer, 2002; Cloete et al. 2015). La incidencia de las EMV está condicionada por la edad del viñedo. Las enfermedades de Petri y el pie negro afectan a vides jóvenes, mientras que la eutipiosis, el decaimiento por Diaporthe (Excoriosis) y la yesca afectan a vides adultas. Los decaimientos por Diaporthe y Botryosphaeria (antiguamente denominada brazo negro muerto) afectan indistintamente de la edad del viñedo (Tabla 1).

2. HONGOS ASOCIADOS A LAS ENFERMEDADES DE LA MADERA EN EL PROCESO DE PROPAGACIÓN DE LA VID

El material vegetal utilizado en el establecimiento de viñedos jóvenes puede estar infectado por patógenos asociados a la enfermedad de Petri, al pie negro y a los decaimientos por *Botryosphaeria* y *Diaporthe*. Esta infección puede deberse al uso sistemático de plantas madre infectadas o producirse en alguna de las etapas de la producción de planta injerto en vivero puesto que, en cada una de ellas, desde la recolección de las estaquillas hasta el arranque y poda de las vides, se producen heridas en el tejido susceptibles a ser colonizadas por estos hongos.

Por tanto, el injertado es una etapa crítica en el proceso de propagación de la vid puesto que requiere de la realización de heridas susceptibles a ser colonizadas por patógenos de la madera (Gramaje and Armengol, 2011), destacando sobre todo las uniones de injerto mal cicatrizadas (Stamp, 2001). Estudios previos han demostrado que la máquina de injerto omega es una fuente de inóculo de propágulos viables de patógenos asociados al pie negro y a la enfermedad de Petri (Gramaje y Armengol, 2011; Agustí-Brisach et al. 2013; Cardoso et al. 2013). Recientemente, Mary et al. (2017) observaron mayores síntomas foliares de yesca en vides injertadas mecánicamente (injerto omega o inglés) en comparación con vides injertadas en campo (injerto de hendidura). Estos autores concluyeron que la propagación del injerto mecánico en los últimos 25 años podría ser uno de los factores que explican la creciente incidencia de yesca en viñedo.

Tabla 1. Enfermedades fúngicas de la madera en vid joven y adulta.

Enfermedad	Edad del viñedo ^a	Agente causal	Especies mayoritarias prevalentes
Pie negro	Joven	25 especies de géneros similares a <i>Cylindrocarpon</i> : <i>Campylocarpon</i> , <i>Cylindrocladiella</i> , <i>Dactylonectria</i> , <i>Ilyonectria</i> , <i>Neonectria</i> , <i>Thelonectria</i> y <i>Pleiocarpon</i>	<i>Dactylonectria torresensis</i> <i>Dactylonectria macrodidyma</i> <i>Ilyonectria liriodendri</i>
Decaimiento por <i>Botryosphaeria</i>	Joven / Adulta	26 especies de la familia <i>Botryosphaeriaceae</i>	<i>Neofusicoccum parvum</i> <i>Diplodia seriata</i>
Yesca	Adulta	<i>Phaeomoniella chlamydospora</i> , <i>Phaeoacremonium</i> spp. y hongos basidiomicetos	<i>Phaeomoniella chlamydospora</i> <i>Phaeoacremonium minimum</i> <i>Fomitiporia mediterranea</i>
Eutipiosis	Adulta	24 especies de la familia <i>Diatrypaceae</i>	<i>Eutypa lata</i>
Enfermedad de Petri	Joven	<i>Phaeomoniella chlamydospora</i> , 26 especies de <i>Phaeoacremonium</i> , <i>Pleurostoma richardsiae</i> y 6 especies de <i>Cadophora</i>	<i>Phaeomoniella chlamydospora</i> <i>Phaeoacremonium minimum</i> <i>Cadophora luteo-olivacea</i>
Decaimiento por <i>Diaporthe</i>	Joven / Adulta	7 especies de <i>Diaporthe</i>	<i>Diaporthe ampelina</i>

^a Viñedo joven: <8 años; Viñedo adulto: >8 años

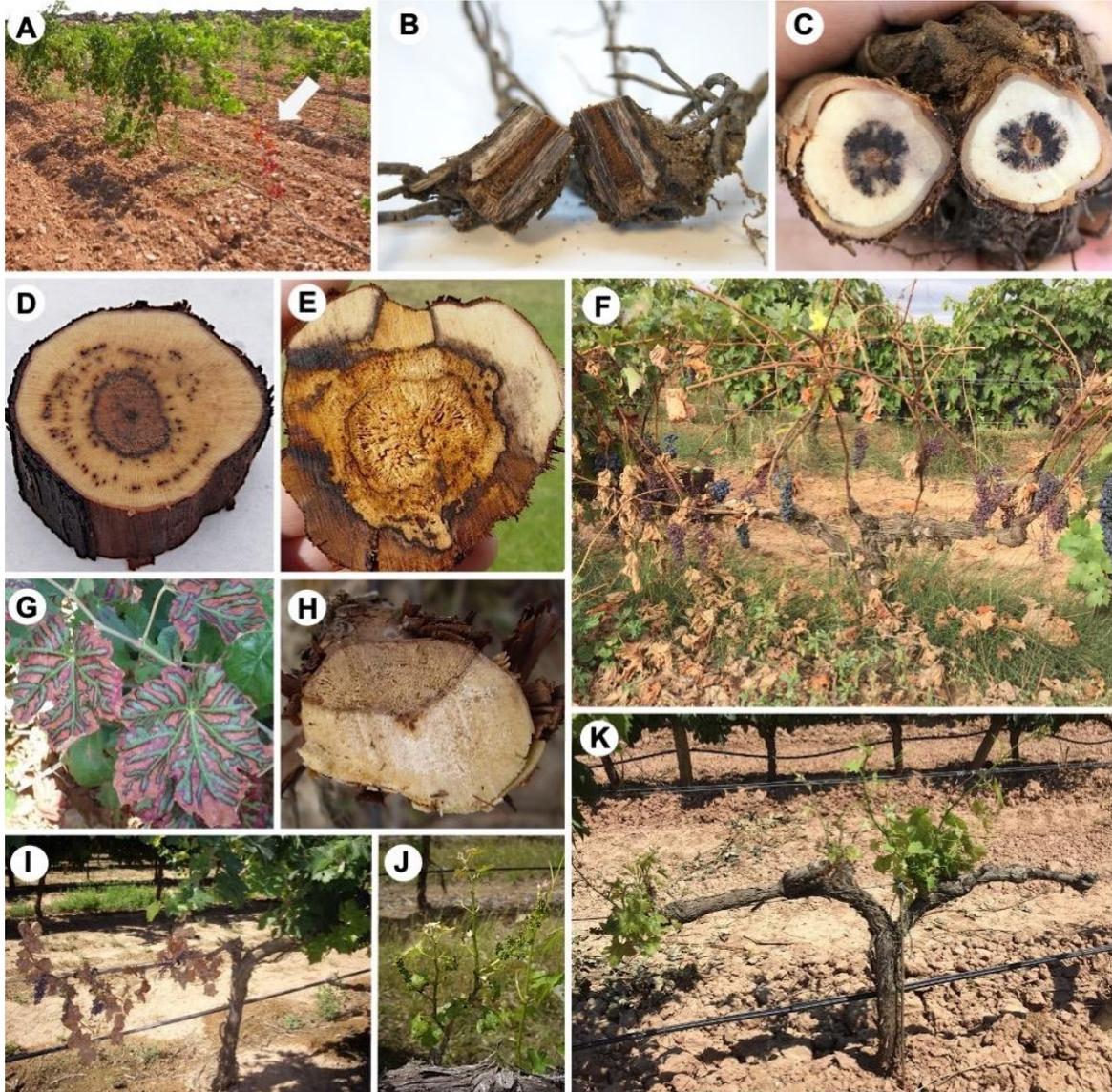


Figura 1. A, Síntomas de marchitez foliar y decaimiento (planta indicada con una flecha). B, Corte longitudinal de la base del portainjerto que muestra coloración oscura y tejidos necróticos característicos de pie negro. C, Corte transversal del portainjerto que muestra un anillo de vasos xilemáticos necróticos rodeando la médula característica de la enfermedad de Petri. Corte transversal mostrando punteaduras necróticas (D) y una podredumbre blanca central rodeada de una necrosis sectorial (E) de una vid infectada con yesca. F., yesca aguda o apopléjica caracterizada por un marchitamiento repentino de toda la planta. G, síntoma foliar característico de yesca en variedades tintas. H, necrosis sectoriales en la madera que toman color marrón oscuro y consistencia dura en la sección transversal de un brazo característico de las muertes por decaimiento de *Botryosphaeria*, eutipiosis y *Diaporthe*. I, desecación de sarmientos y muerte de brazos en vides afectadas por decaimiento por *Botryosphaeria*. J y K, hojas cloróticas, deformadas y con los bordes necróticos típicos de la eutipiosis.

3. EPIDEMIOLOGÍA DE LAS ENFERMEDADES DE LA MADERA DE LA VID EN VIÑEDOS ADULTOS

Los patógenos de la vid causantes de la eutipiosis, los decaimientos por *Botryosphaeria* y *Diaporthe*, y la yesca se propagan principalmente a través de la dispersión de esporas por el aire. Estas esporas son liberadas desde cuerpos fructíferos incrustados en la corteza y/o en la superficie de madera de vid muerta (Gramaje et al., 2018). Este proceso se produce en condiciones ambientales que favorecen la germinación de las esporas, como lluvias y/o altos niveles de humedad y temperaturas por encima del punto de congelación (Van Niekerk et al. 2010). Tras su liberación, estas esporas se propagan desde los cuerpos fructíferos a las heridas de poda con ayuda de las gotas de lluvia, el viento o los artrópodos. Una vez allí germinan y colonizan los vasos del xilema y las células parenquimáticas de la médula (Gramaje et al., 2018).

La liberación de esporas y, por lo tanto, los períodos de alto riesgo de infección por hongos de la madera varían según el patógeno fúngico y la ubicación geográfica, pero principalmente coinciden con la época de reposo invernal en ambos hemisferios. La susceptibilidad de las heridas de poda de la vid a los hongos asociados a las EMV depende principalmente del mes de realización de la poda y del tiempo transcurrido entre la poda y los posibles eventos de infección. Los estudios llevados a cabo mediante inoculaciones artificiales con esporas de estos patógenos indican que la susceptibilidad de la herida de la poda a la infección es alta inmediatamente después de realizar la poda, pero disminuye a medida que aumenta el intervalo entre la poda y la posible infección por hongos de la madera. Este periodo de susceptibilidad puede ser de semanas o incluso meses, con variaciones estacionales entre regiones, debido principalmente a factores climáticos.

4. PROTECCIÓN DE HERIDAS DE PODA

En base al conocimiento adquirido en los diferentes estudios epidemiológicos llevados a cabo en regiones vitivinícolas de todo el mundo, la reducción de nuevas infecciones por hongos asociados a las EMV en un viñedo se puede lograr de manera efectiva mediante el manejo de la poda. Independientemente de los patógenos involucrados, generalmente se ha demostrado que la liberación de esporas se correlaciona con eventos de lluvia y temperaturas moderadas. En consecuencia, la poda en condiciones ambientales húmedas debe evitarse y realizarse en períodos en los que el inóculo sea menos elevado.

La protección de heridas de poda es la estrategia más eficaz para controlar las EMV en comparación con la técnica de renovación de la madera de la planta (Sosnowski y McCarthy 2017), especialmente si se pone en práctica desde el inicio de la vida del viñedo (Kaplan et al. 2016). Hasta la fecha, se han evaluado distintos productos para proteger las heridas de poda, pero en general, los mástic y pastas han resultado ser los más eficaces, especialmente si se complementan con fungicidas (Martínez-Diz et al., 2021). Estos no solo proporcionan una barrera física para evitar que las esporas de patógenos asociados a las EMV colonicen las heridas, sino que, si la barrera física se ve comprometida por el flujo de savia, la lluvia o el agrietamiento al secarse, el fungicida puede actuar sobre los patógenos. Los mástic y pastas se aplican a mano con brocha o con aplicadores especiales. Esto puede tener un coste elevado, entre dos y cuatro veces más de lo que supondría la aplicación con un atomizador instalado en un tractor (Sosnowski y McCarthy 2017). Por tanto, sería necesario en un futuro disponer de fungicidas eficaces en base a formulaciones líquidas para poder ser aplicados con un pulverizador. Sin embargo, las restricciones existentes en la utilización de productos químicos para el control de las

enfermedades del viñedo han determinado que se investigue con microorganismos que actúen como antagonistas de los patógenos asociados a las mismas, y aunque se han obtenido resultados prometedores, estos no han sido del todo consistentes, observándose diferencias en función del patógeno objetivo, el método de aplicación e incluso del tiempo de exposición o del cultivar de vid.

5. PERSPECTIVAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN SOBRE LAS EMV EN RELACIÓN CON EL INJERTO Y LA PODA

Una de las primeras etapas del vivero donde pueden ocurrir infecciones por hongos de la madera es durante el injertado. La calidad del injerto puede influenciar la colonización y el desarrollo de estos patógenos. Por ello, existe una necesidad urgente de evaluar el impacto de los diferentes tipos de injertos en la infección por hongos de la madera. La protección de heridas de poda es la estrategia más eficaz para prevenir la infección por hongos asociados a las EMV en viñedo adulto. Sin embargo, en la mayoría de ensayos existentes de protección de estas heridas se ha utilizado una presión de inóculo de hongos asociados a las EMV más alta que la que podría esperarse que ocurra en condiciones naturales. La investigación en este campo debe centrarse en evaluar la eficacia de los productos protectores de heridas de poda con niveles más bajos de inóculo artificial o con infecciones naturales en el viñedo.

Estudios previos han demostrado que los sistemas de conducción y las técnicas de poda pueden influir en la incidencia de síntomas foliares de eutipiosis (Gu et al. 2005; Dumot et al. 2012) y yesca (Lecomte et al. 2012; Travadon et al. 2016) en viñedos adultos. Recientemente, se ha puesto mayor énfasis en la importancia de los sistemas de poda para el manejo de las EMV (Lee 2016), por lo que existe la necesidad de evaluar científicamente las variables asociadas al uso de diferentes sistemas de poda, como la proximidad de las heridas al tronco, la superficie de la herida y el bloqueo del flujo de savia en el tejido vascular, con el objetivo de corroborar las observaciones visuales de síntomas asociados a las EMV.

6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Agustí-Brisach, C., Gramaje, D., García-Jiménez, J., and Armengol, J. 2013. Detection of black-foot disease pathogens in the grapevine nursery propagation process in Spain. *European Journal of Plant Pathol.* 137:103-112.
- Bertsch, C., Ramirez-Suero, M., Magnin-Robert, M., Larignon, P., Chong J, Abou-Mansour, E., Spagnolo, A., Clément, C., and Fontaine, F. 2013. Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood. *Plant Pathol.* 62:243-265.
- Cardoso, M., Inês, D., Cabral, A., Rego, C., and Oliveira, H. 2013. Unrevealing inoculum sources of black foot pathogens in a commercial grapevine nursery. *Phytopathol. Mediterr.* 52:298-312.
- Cloete, M., Fischer, M., Mostert, L., and Halleen, F. 2015. Hymenochaetales associated with esca-related wood rots on grapevine with a special emphasis on the status of esca in South African vineyards. *Phytopathol. Mediterr.* 54: 299-312.
- Dumot, V., Snackers, G., Larignon, P., Lecomte, P., Retaud, P., David, S., Menard, E., and Lurton, L. 2012. Effects of cultural practices on grapevine trunk diseases: results of a long-term experiment. *Phytopathol. Mediterr.* 51:447.



- Fischer, M. 2002. A new wood-decaying basidiomycete species associated with esca of grapevine: *Fomitiporia mediterranea* (Hymenochaetales). *Mycol. Prog.* 1:315-324.
- Gramaje, D., and Armengol, J. 2011. Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies. *Plant Dis.* 95:1040-1055.
- Gramaje, D., Úrbez-Torres, J.R., and Sosnowski, M.R. 2018. Managing grapevine trunk diseases with respect to etiology and epidemiology: current strategies and future prospects. *Plant Dis.* 102:12-39.
- Gu, S., Cochran, R. C., Du, G., Hakim, A., Fugelsang, K. C., Ledbetter, J., Ingles, C. A., and Verdegaal, P. S. 2005. Effect of training-pruning regimes on *Eutypa* dieback and performance of 'Cabernet Sauvignon' grapevines. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 80:313-318.
- Kaplan, J., Travadon, R., Cooper, M., Hillis, V., Lubell, M., and Baumgartner, K. 2016. Identifying economic hurdles to early adoption of preventative practices: The case of trunk diseases in California winegrape vineyards. *Wine Econ. Pol.* 5:127-141.
- Lecomte, P., Darrieutort, G., Liminana, J.-M., Comont, G., Muruamendiaraz, A., Legorburu, F.-J., Choueiri, E., Jreijiri, F., El Amil, R., and Fermaud, M. 2012. New insights into esca of grapevine: The development of foliar symptoms and their association with xylem discoloration. *Plant Dis.* 96:924-934.
- Lee, R. 2016. Marco Simonit, a lesson in style and substance. *The Word of Fine Wine* 51:129-135.
- Martínez-Diz, M.P., Díaz-Losada, E., Díaz-Fernández, A., Bouzas-Cid, Y., and Gramaje, D. 2021. Protection of grapevine pruning wounds against *Phaeomoniella chlamydospora* and *Diplodia seriata* by biological and chemical methods. *Crop Protec.* 143:105465.
- Mary, S., Coralie, L., Pascal, L., Birebent, M., and Roby, J-P. 2017. Impact of grafting type on Esca foliar symptoms. *OenoOne* 51:221-230.
- Mugnai, L. 2011. Editor's note and dedication. *Phytopathol. Mediterr.* 50S:S3-S4.
- Mugnai, L., Graniti, A., and Surico, G. 1999. Esca (black measles) and brown wood-streaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant Dis.* 83:404-416.
- Ravaz, L. 1898. Sur le folletage. *Revue Vitic.* 10:184-186.
- Sosnowski, M., and McCarthy, G. 2017. Economic impact of grapevine trunk disease management in Sauvignon Blanc vineyards of New Zealand. *New Zealand Winegrower* 104:100-103.
- Stamp, J. A. 2001. The contribution of imperfections in nursery stock to the decline of young vines in California. *Phytopathol. Mediterr.* 40S:369-375.
- Travadon, R., Lecomte, P., Diarra, B., Lawrence, D.P., Renault, D., Ojeda, H., Rey, P., and Baumgartner, K. 2016. Grapevine pruning systems and cultivars influence the diversity of wood-colonizing fungi. *Fungal Ecol.* 24:82-93.
- van Niekerk, J. M., Calitz, F. J., Halleen, F., Fourie, P. H. 2010. Temporal spore dispersal patterns of grapevine trunk pathogens in South Africa. *Eur. J. Plant Pathol.* 127:375-390.