

El pie negro de la vid: agentes causales, epidemiología y estrategias de control

Carlos Agustí-Brisach y Josep Armengol (Grupo de Investigación en Hongos Fitopatógenos, Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España).

El pie negro de la vid se encuentra entre las enfermedades fúngicas de la madera más importantes que afectan a este cultivo, dañando las raíces y la parte basal del patrón, principalmente en planta injertada procedente de vivero y en viñedos jóvenes. Las plantas afectadas presentan una reducción de la masa radicular, escaso desarrollo de la parte aérea y, en ocasiones, llegan a morir. Tradicionalmente esta enfermedad ha estado asociada a especies fúngicas dentro del género "*Cylindrocarpon*". Sin embargo, debido a la importancia que el pie negro de la vid ha ido tomando durante los últimos años, han sido numerosos los estudios que se han abordado con el objetivo de ampliar el conocimiento de los agentes causales de la enfermedad, así como su epidemiología y el desarrollo de estrategias para su control. En este sentido, este artículo presenta una actualización sobre esta enfermedad, abordando principalmente aspectos taxonómicos, epidemiológicos y de control.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad del pie negro está causada por hongos del suelo que afectan a las raíces y la madera de la parte basal de patrones de vid, manifestándose mayoritariamente en planta injertada procedente de vivero, así como en viñedos jóvenes, causando grandes pérdidas económicas en la mayoría de las regiones vitivinícolas del mundo. Los agentes causales se incluyen actualmente dentro de cuatro géneros diferentes: *Campylocarpon*, "*Cylindrocarpon*", *Cylindrocladiella* e *Ilyonectria*.

El pie negro de la vid fue descrito por primera vez en Francia en 1961. Sin embargo, durante las dos últimas décadas, diferentes factores tales como cambios en las prácticas culturales y el manejo de los viñedos, y una baja calidad sanitaria del material de propagación, han contribuido a un incremento considerable de su incidencia y a que sea considerada una enfermedad importante del cultivo de la vid en todo el mundo. En España, el pie negro está citado desde el año 2000, afectando tanto a plantas de vivero como a plantas jóvenes en las diferentes zonas vitivinícolas de nuestro país.

Esta patología se caracteriza por dañar el sistema radicular y a la base del patrón en plantas jóvenes, provocando lesiones necróticas que causan una reducción de la masa radicular. En la madera del portainjerto puede observarse una necrosis generalizada que se inicia desde la base del mismo y se extiende hacia arriba. En cortes transversales, estas lesiones necróticas pueden ir desde la médula hasta la corteza (Figura 1A). Como consecuencia, las plantas infectadas presentan una reducción del desarrollo y menor vigor, ausencia o retraso de la brotación, acortamiento de entrenudos, clorosis en hojas y/o marchitez, y un decaimiento general que puede acabar con la muerte de la planta (Figura 1B). Los síntomas de la parte aérea podrían confundirse con otras enfermedades de la madera de la vid como la enfermedad de Petri. En este sentido, para un correcto diagnóstico es necesario proceder al arrancado de las plantas para observar el estado del sistema radicular y la base del patrón.

Agentes causales y características morfológicas

Tradicionalmente, el pie negro de la vid se había asociado a las especies "*Cylindrocarpon*" *destructans* y "*C.*" *obtusisporum*.

Estudios recientes han evidenciado una gran diversidad de géneros y especies asociados al pie

negro. En este sentido, en el año 2004 fue descrita una nueva especie, "*C.*" *macrodidymum*, como agente causal de la enfermedad. En este mismo año también se describió un nuevo género asociado al pie negro, denominado *Campylocarpon*, en el que se incluyeron dos especies: *Campylocarpon fasciculare* y *Campyl. pseudofasciculare*. Posteriormente, en el año 2006, todos los aislados de "*C.*" *destructans*

obtenidos de viña, fueron renombrados como "*C.*" *liriodendri*, dos años más tarde, otra nueva especie causante del pie negro, denominada "*C.*" *pauciseptatum* fue descrita. Por tanto, hasta ese momento, las principales especies asociadas al pie negro de la vid eran: "*C.*" *destructans*, "*C.*" *liriodendri*, "*C.*" *macrodidymum*, "*C.*" *obtusisporum*, "*C.*" *pauciseptatum*, *Campyl. fasciculare* y *Campyl. pseudofasciculare*.

En 2011 y 2012, diversos estudios filogenéticos dividieron *Neonectria* en cinco nuevos géneros: *Neonectria* "*Cylindrocarpon*" *sensu stricto*, *Rugonectria*, *Thelonectria*, *Ilyonectria* y los anamorfos del género *Campylocarpon*. Tras esta reclasificación, las especies "*C.*" *liriodendri* y "*C.*" *macrodidymum* fueron incluidas dentro del género *Ilyonectria* y pasaron a denominarse como *I. liriodendri* e *I. macrodidyma*.

En 2012, se describieron 12 nuevas especies dentro del complejo *I. radicola*, conocido anteriormente como el complejo "*C.*" *destructans*. Algunas de estas especies como *I. europaea*, *I. lusitanica*, *I. pseudodestructans* e *I. robusta* han sido aisladas de viñas que mostraban síntomas de pie negro. Además, en este mismo año se demostró que la especie *I. macrodidyma* era un complejo de especies y no una única especie. De este modo, dentro del complejo *I. macrodidyma* se han descrito 7 especies: *I. alcacerensis*, *I. estremocensis*, *I. macrodidyma*, *I. novozelandica*, *I. torresensis*, *I. sp. 1* e *I. sp. 2*.

Finalmente, otro género que también se ha asociado al pie negro de la vid es *Cylindrocladiella*, destacando dos especies: *Cylindrocladiella parva* y *Cyl. peruviana*.

Estas especies se han detectado en los principales países vitivinícolas con incidencia variable. En el caso de nuestro país, en la Tabla 1 se muestra una lista actualizada de las especies de *Campylocarpon*, "*Cylindrocarpon*"/*Ilyonectria* y *Cylindrocladiella* detectadas hasta la fecha en España.

La morfología de los diferentes géneros fúngicos asociados al pie negro de la vid es distintiva. Las colonias de "*Cylindrocarpon*"/*Ilyonectria* suelen presentar coloraciones muy variadas, con tonalidades blancas, amarillo suave a amarillo fuerte y diferentes tonos de marrón y naranja (Figura 2A). Estos hongos forman clamidosporas y producen micro y macroconidios cilíndricos, hialinos y con los extremos redondeados, con 1 a 3 tabiques. Los conidióforos son alargados, rectos y simples, generalmente no ramificados (Figuras 3A, B, C). Las colonias de *Campylocarpon* también presentan coloraciones variadas, con tonalidades blancas y marrón suave (Figura 2B). Los hongos pertenecientes a este género sólo producen macroconidios y no suelen formar clamidosporas. Los macroconidios son generalmente más alargados que los de "*Cylindrocarpon*"/*Ilyonectria*, hialinos y ligeramente curvados, con 1 a 6 tabiques (Figura 3D). Los conidióforos son curvados, cortos y se producen agregados a partir de una base ancha. Finalmente, las colonias de *Cylindrocladiella*

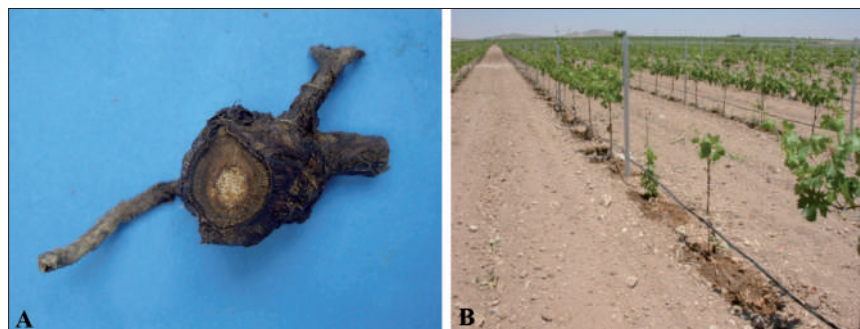


Figura 1. A, Necrosis generalizada de la madera en la base del patrón; B, Plantación joven en la que, en algunas plantas, se observa reducción del desarrollo, menor vigor, y retraso de la brotación.

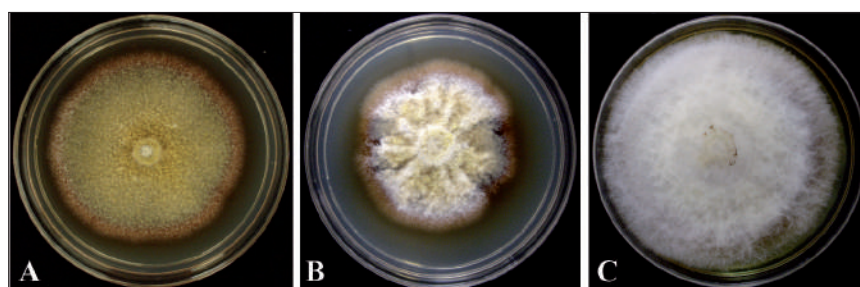


Figura 2. Colonias de hongos causantes del pie negro de la vid crecidas en PDA. A, "*Cylindrocarpon*"/*Ilyonectria* spp.; B, *Campylocarpon* spp.; C, *Cylindrocladiella* spp.

Especies detectadas	
<i>Campylocarpon fasciculare</i>	Alaniz <i>et al.</i> , 2011
" <i>Cylindrocarpon</i> " <i>olidum</i>	De Francisco <i>et al.</i> , 2009
" <i>Cylindrocarpon</i> " <i>pauciseptatum</i>	Martin <i>et al.</i> , 2011
<i>Cylindrocladiella parva</i>	Agustí-Brisach <i>et al.</i> , 2012
<i>Cylindrocladiella peruviana</i>	Agustí-Brisach <i>et al.</i> , 2012
<i>Ilyonectria alcacerensis</i>	Agustí -Brisach <i>et al.</i> , 2013c
<i>Ilyonectria liriodendri</i>	Alaniz <i>et al.</i> , 2007
<i>Ilyonectria macrodidyma</i>	Agustí -Brisach <i>et al.</i> , 2013c
<i>Ilyonectria novozelandica</i>	Agustí -Brisach <i>et al.</i> , 2013c,d
<i>Ilyonectria torresensis</i>	Agustí -Brisach <i>et al.</i> , 2013c,d

Tabla 1. Especies de *Campylocarpon*, *Cylindrocladiella* y "*Cylindrocarpon*"/*Ilyonectria* detectadas en España afectando a vid.

presentan tonalidades blancas, y marrón suave a fuerte (Figura 2C). Los hongos pertenecientes al género *Cylindrocladiella* forman clamidosporas, generalmente agrupadas en cadenas, y presentan conidios alargados, hialinos y redondeados en los extremos, con 0 a 1 tabiques. Los conidióforos son peniciliados en la base, de la que emerge un estipe alargado que acaba con una vesícula hialina (Figura 3E, F).

Epidemiología

Las especies de *Campylocarpon*, "*Cylindrocarpon*"/*Ilyonectria* y *Cylindrocladiella* se consideran patógenos y/o saprofitos de un amplio rango de hospedantes. Además de aislarse de viña, estas especies también se han detectado causando necrosis y/o podredumbre de raíces en algunos otros hospedantes como kiwi, olivo, aguacate,

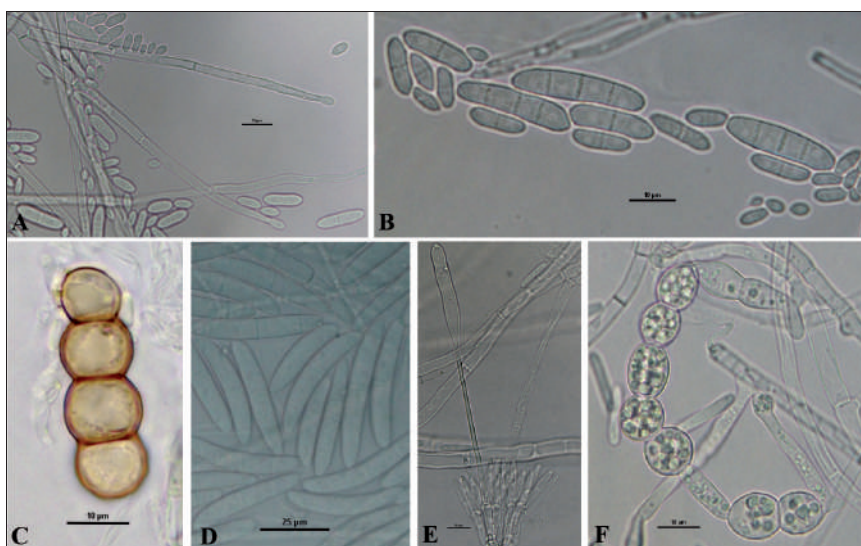


Figura 3. A, B, C, Conidióforos, macro y microconidios, y clamidosporas en cadena de “*Cyindrocarpum*”/ *Ilyonectria*, respectivamente; D, Macroconidios de *Campylocarpon*; E, F, Conidióforos penicilados y clamidosporas en cadena de *Cyindrocladiella*, respectivamente.

ginseng, y en plantas ornamentales y forestales en viveros.

En el caso particular de la vid, los hongos causantes de la enfermedad del pie negro infectan las plantas a través de heridas en las raíces o en la parte basal del patrón que está en contacto con el suelo. Normalmente, estos patógenos se aíslan en viveros de vid de las raíces y de la base del patrón tanto de plantas madre, como de planta injertada. Las plantas madre de patrón infectadas podrían proporcionar el material vegetal de base ya infectado, y los plántones pueden infectarse también en las diferentes fases del proceso de producción de planta injertada en vivero. En este sentido, en los últimos años se han llevado a cabo estudios con el objetivo de evaluar las diferentes fases del proceso de producción de planta injertada en los viveros españoles como fuentes potenciales de inóculo. El aislamiento fúngico y el uso de técnicas moleculares ha demostrado que el material de propagación puede infectarse durante el proceso de producción de planta injertada. Las heridas que se producen en algunas fases del proceso, como el desyemado o

el injertado, pueden servir de entrada de los patógenos mencionados. Los resultados obtenidos en España coinciden con los mostrados en estudios realizados en los principales países vitivinícolas del mundo, como Australia, California, Francia, Italia, Nueva Zelanda, Portugal o Sudáfrica.

Algunos de los hongos que causan la enfermedad del pie negro producen estructuras de resistencia (clamidosporas) que les permiten sobrevivir durante largo tiempo en ausencia de hospedante. En este sentido, tanto el suelo de los campos de vivero como de los viñedos también tiene un papel preponderante en la epidemiología de esta enfermedad. Recientemente, en España se han realizado estudios con el objetivo de evaluar los suelos de campos de plantas madre y de enraizamiento de vivero, y suelos de viñedos comerciales como fuentes potenciales de inóculo. Los resultados obtenidos muestran que todos estos suelos contienen inóculo de los patógenos. Por tanto, la fase de enraizamiento en los campos de vivero, así como el establecimiento de nuevas plantaciones, se consideran momentos críticos para la infección de las plantas.

Estrategias de control

No existen estrategias de control que consigan erradicar el pie negro de la vid, por lo que la implementación de prácticas de manejo en los viveros que sean consistentes y efectivas para mejorar la calidad sanitaria del material de propagación, así como la prevención o corrección de las condiciones que puedan causar estrés en las plantas durante los primeros estados de crecimiento en campo, serán fundamentales para minimizar el riesgo de infección.

Durante los últimos años, la mayoría de estudios realizados se han centrado en la evaluación de métodos de control químico o de termoterapia con agua caliente, aunque también se han estudiado otras estrategias alternativas como control biológico, aplicaciones de compost al suelo, uso de material vegetal resistente, o incorporación de micorrizas.

Respecto al control químico, la aplicación de fungicidas autorizados sobre el material vegetal principalmente en las fases de hidratación y de inducción del callo, y/o durante la fase de enraizamiento en campo, pueden disminuir considerablemente las infecciones causadas por hongos asociados al pie negro de la vid.

El tratamiento por termoterapia con agua caliente es una alternativa con gran potencial para el control de estos patógenos en el proceso de producción de planta injertada en viveros. En general, en estudios llevados a cabo en España y en otros países como Australia, California o Sudáfrica, se ha observado que la inmersión de barbados de patrones en estado latente en agua caliente a 50°C durante 30 minutos podría ser suficiente para eliminar los hongos que causan el pie negro de la vid del material vegetal.

Otras alternativas que se han evaluado como posibles estrategias de control son el uso de agentes de biocontrol como *Trichoderma* durante las diferentes fases del proceso de producción (balsas de hidratación, injerto, inducción del callo y enraizamiento en campo), la incorporación de diferentes compost al suelo o la aplicación de la micorriza *Glomus intraradices* a las raíces.

BIBLIOGRAFÍA

- Agustí-Brisach C., Alaniz S., Gramaje D., Pérez-Sierra A., Armengol J., Landeras E. y Izquierdo P.M. (2012). First report of *Cyindrocladiella parva* and *C. peruviana* associated with black-foot disease of grapevine in Spain. *Plant Disease* 96, 1381.
- Agustí-Brisach C y Armengol J. (2013a). Black-foot disease of grapevine: an update on taxonomy, epidemiology and management strategies. *Phytopathologia Mediterranea* 52 (2), 245-261.
- Agustí-Brisach C, Gramaje D., Armengol J. y García-Jiménez J. (2013b). Hongos de la madera en planta joven de vid: situación actual y estrategias para su control. *Tierras* 202, 108-113.

- Agustí-Brisach C., Gramaje D., García-Jiménez J. y Armengol J. (2013c). Detection of black-foot and Petri disease pathogens in soils of grapevine nurseries and vineyards using bait plants. *Plant and Soil* 364, 5-13.
- Agustí-Brisach C., Gramaje D., García-Jiménez J. y Armengol J. (2013d). Detection of black-foot disease pathogens in the grapevine nursery propagation process in Spain. *European Journal of Plant Pathology* 137, 103-112.
- Agustí-Brisach C., Gramaje D., León M., García-Jiménez J. y Armengol J. (2011). Evaluation of vineyard weeds as potential hosts of black-foot and Petri disease pathogens. *Plant Disease* 95, 803-810.
- Agustí-Brisach C., Mostert L., y Armengol J. (2013e). Detection and quantification of *Ilyonectria* spp. associated with black-foot disease of grapevine in nursery soils using multiplex, nested PCR and real-time PCR. *Plant Pathology*, 63, 316-322
- Alaniz S., Agustí-Brisach C., Gramaje D., Aguilar M.I., Pérez-Sierra A., y Armengol J. (2011). First report of *Campylocarpon fasciculare* causing black foot disease of grapevine in Spain. *Plant Disease* 95, 1028-1029.
- Alaniz S., León M., García-Jiménez J., Abad P., y Armengol J. (2007). Characterization of *Cylindrocarpon* species associated with black-foot disease of grapevine in Spain. *Plant Disease* 91: 1187-1193.
- De Francisco M.T., Martín L., Cobos R., García-Benavides P. y Martín M.T. (2009). Identification of *Cylindrocarpon* species associated with grapevine decline in Castilla y León (Spain). *Phytopathologia Mediterranea* 48, 167.
- Gramaje D., Alaniz S., Abad-Campos P., García-Jiménez J., y Armengol J. (2010). Effect of hot-water treatments in vitro on conidial germination and mycelial growth of grapevine trunk pathogens. *Annals of Applied Biology* 156, 231-241.
- Gramaje D., y Armengol J. (2011). Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies. *Plant Disease* 95, 1040-1055.
- Halleen F., Fourie P.H., y Crous P.W. (2006). A review of black foot disease of grapevine. *Phytopathologia Mediterranea* 45, S55-S67.
- Martin M.T., Martín L., Cuesta M.J. y García-Benavides P. (2011). First report of *Cylindrocarpon pauciseptatum* associated with grapevine decline from Castilla y León, Spain. *Plant Disease* 95, 361.



Maximiza el color de las variedades rojas.



Uniformiza la maduración e Incrementa el contenido de azúcares.



Evita los efectos secundarios de las hormonas de síntesis: sin residuos y sin reducir calidad.



Madurel®

Pon Color en tu cosecha



Europe's leading producer of Leonardite

daymsa.com

mail@daymsa.com

Tlf. +34 976 46 15 16