

MANCHA FOLIAR, PODREDUMBRE DE RAÍZ Y CORONA DE LA FRESA *por Neopestalotiopsis spp.*

En España, las enfermedades fúngicas más importantes que afectan a corona y raíces y que pueden producir la muerte de plantas de fresa son: Antracnosis, podredumbre causada por *Phytophthora cactorum*, Podredumbre carbonosa causada por *Macrophomina phaseolina* y la fusariosis vascular. A estas, hay que añadir como enfermedad emergente la mancha foliar y podredumbre de raíz y corona por *Neopestalotiopsis spp.*

MANUEL AVILÉS, ANA MARÍA PASTRANA, CELIA BORRERO
Departamento de Agronomía, ETSIA. Universidad de Sevilla

España es el primer productor de plantas y frutos de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) de Europa (CBI Ministry of Foreign Affairs, 2021), siendo un cultivo de gran importancia económica y social. El cultivo de la fresa está dividido tanto profesional como geográficamente. Así, la producción de plantas se lleva a cabo en viveros de altura en Castilla y León, mientras que el cultivo para la obtención de frutos se realiza en los campos de producción de fruta de Huelva. En la última campaña se establecieron en Castilla y León unas 1.500 hectáreas de viveros de fresa, con una producción de unos 1.000 millones de plantas (Aguado, 2024). En el vivero, el cultivo se realiza al aire libre y en extensivo. Tras el arranque o recolección de las plantas hijas, durante los meses de septiembre y octubre, se envían a las zonas de producción frutícola donde se trasplantan. En España, el cultivo de la fruta de fresa se concentra en la zona costera de Huelva y se caracteriza

por formar parte de una horticultura intensiva y tecnificada, con una marcada proyección exportadora. En la campaña 2022/23, Huelva alcanzó el 97% de la producción española de fresa y casi el 29% de la UE-27, convirtiendo a España en el primer productor de fresa de la UE (CBI Ministry of Foreign Affairs, 2021). El valor de la producción de esta fruta en Andalucía en 2022 alcanzó los 407,83 millones de euros. La producción media anual ronda las 325 t de fruta, de las cuales el 80-85% se destina al mercado en fresco de la Unión Europea, siendo los principales países receptores Alemania, Francia, Reino Unido e Italia (Observatorio de Precios y Mercados, 2023).

En los países donde se cultiva la fresa, se ha observado, durante los últimos años, la aparición de nuevas enfermedades fúngicas y el resurgir de otras que estaban prácticamente erradicadas. En concreto, los hongos de suelo están siendo identificados entre los fitopatógenos más limitantes del cultivo, posiblemente debido a la

paulatina prohibición de los fumigantes de suelo más utilizados. En España, las enfermedades fúngicas más importantes que afectan a corona y raíces y que pueden producir la muerte de plantas de fresa son: Antracnosis, Podredumbre causada por *Phytophthora cactorum*, Podredumbre carbonosa causada por *Macrophomina phaseolina* y la Fusariosis vascular. A estas, hay que sumar la Mancha foliar y podredumbre de raíz y corona por *Neopestalotiopsis spp.* como enfermedad emergente. Esta enfermedad presenta dificultades para su diagnóstico y control, dada la presencia de especies y/o patotipos que le confiere diversidad patogénica, la falta de información sobre sus fuentes de inóculo, la distinta susceptibilidad de las variedades cultivadas y la ausencia de fumigantes y fungicidas eficaces autorizados para su tratamiento. Desde el punto de vista agronómico tenemos que destacar cuatro cambios relativamente recientes con posibles implicaciones en la emergencia de esta enfermedad en nuestro país:

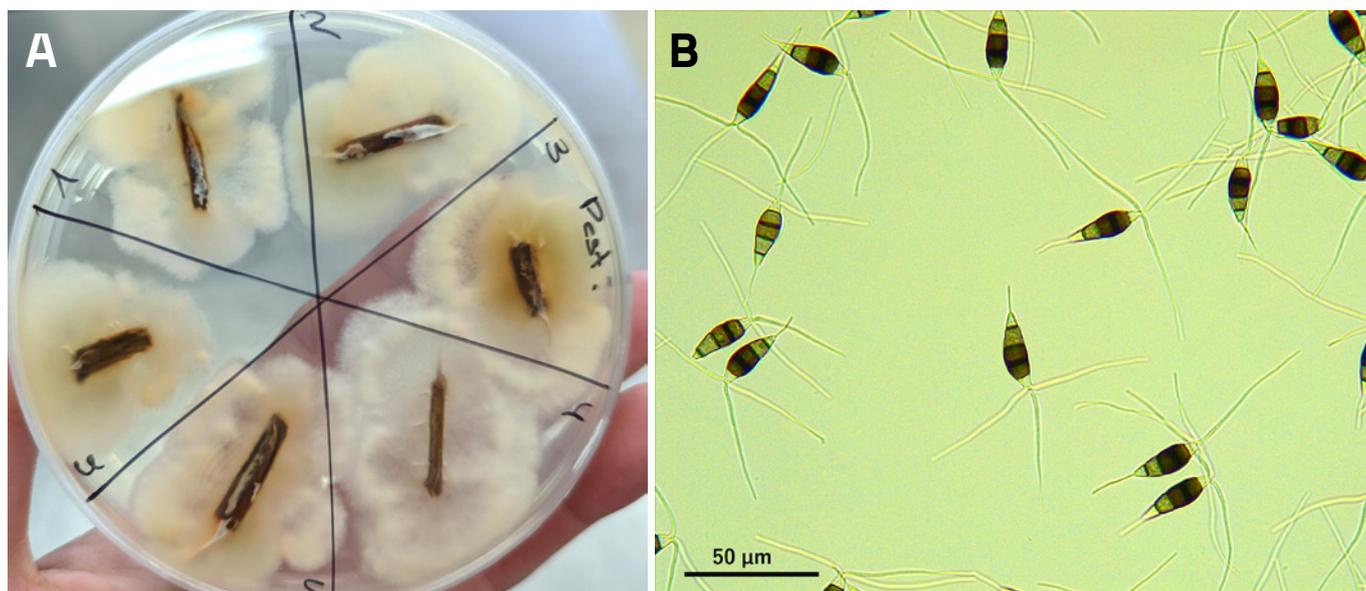


FOTO 1

(a) Incubación de raíces en medio microbiológico con crecimiento fúngico de *Neopestalotiopsis* spp.; (b) conidios de *Neopestalotiopsis* spp. obtenidos a partir de conidiomas formados en el medio de incubación. (Autor M. Avilés y C. Borrero)

- i) La paulatina prohibición de los fumigantes de suelo más utilizados en su momento, como el bromuro de metilo (BM), el 1,3-dicloropropeno y la cloropicrina. Este cultivo fue altamente dependiente de la utilización del BM en la desinfección de suelo. Como resultado del Protocolo de Montreal y la Regulación de la Comunidad Europea (CE) nº 2037/2000 del 29 de junio sobre sustancias que deterioran la capa de ozono, la prohibición del BM para la producción de fresas fue irreversible en países de la UE desde 2007 (Decisión de la comisión de EC, 2006). A esta prohibición de uso se han ido sumando otros fumigantes, como el 1,3-dicloropropeno y la cloropicrina. Actualmente en España solo queda autorizado excepcionalmente la comercialización y el uso de los formulados de metano sódico, con la limitación de solo poder aplicarse una de cada tres campañas.
- ii) Una mayor diversificación en los orígenes de las plantas madres (F0) y de trasplante (F3). La producción de las plantas de fresa, que posteriormente se trasplantan, se inicia con la planta F0. Estas plantas utilizadas en nuestro país solían provenir

Neopestalotiopsis spp. es de los aislamientos que más frecuentemente obtenemos en los diagnósticos de plantas de fresa desde 2020

mayoritariamente de EE. UU. y de uno o dos programas de mejora. Ya hace años participan otros orígenes y múltiples programas de mejora, de ámbito principalmente nacional, sin descartar otros países. De estas F0 se obtienen las F1 de las que se consiguen las plantas que se cultivan en los viveros de altura para obtener las plantas hijas (F2). De estas F2 que se cultivan extensivamente se obtienen finalmente las plantas para el trasplante (F3). La producción de las plantas para el trasplante es fundamentalmente nacional, pero también se da la importación de plantas desde otros países, como por ejemplo Polonia. En definitiva, los movimientos nacionales e internacionales de material vegetal para la producción

de plantas y frutos son inherentes al cultivo, lo que posibilita también la distribución de los fitopatógenos a larga distancia.

- iii) Un notable relevo varietal, dado el continuo aumento del número de variedades cultivadas en Huelva. Así, el número de variedades con más de un 1% de superficie plantada ha pasado de 11 en 2019/20 a 22 en 2022/23 (Medina-Mínguez *et al.*, 2023). Esto implica un mayor número de genotipos expuestos al espectro de patógenos y patotipos presentes.
- iv) La tendencia al adelanto de la fecha de arranque de la planta para el trasplante y por consiguiente de su plantación en los campos de producción de frutos. Esto hace que la



FOTO 2
(a) Plantas de fresa con pudrición de raíces por *Neopestalotiopsis* spp.; (b) Síntomas en las coronas por *Neopestalotiopsis* spp.
(Autor M. Avilés)

planta sea más pequeña y tierna y por ello menos resistente al estrés que supone su trasplante. Además, el adelanto en la fecha de plantación aumenta la probabilidad de eventos de altas temperaturas durante su implantación. Todo ello, puede contribuir a una mayor susceptibilidad frente a las distintas enfermedades.

Hasta hace poco tiempo, *Neopestalotiopsis* spp. se ha considerado un patógeno secundario, débil y oportunista, casi siempre aislado de las coronas y raíces junto con otros hongos más agresivos, tales como *Colletotrichum* spp., *Phytophthora cactorum* y *Macrophomina phaseolina*. No obstante, desde que se reportara el primer caso de Podredumbre de corona y raíz en la provincia de Huelva (Chamorro y col., 2016), se ha observado como la incidencia de *Neopestalotiopsis* spp. en plantas de fresa ha ido creciendo, siendo actualmente uno de los principales problemas de los productores españoles. También ha aparecido produciendo manchas foliares tanto en plantas en viveros como en los campos de producción de fruta en Huelva. En nuestro laboratorio de diagnóstico hemos observado que *Neopestalotiopsis* spp. es de los patógenos que

más frecuentemente aislamos de las muestras que recibimos de plantas de fresa desde 2020 (Foto 1 a, b). Así, en las dos últimas campañas hemos realizado 742 análisis *qPCR* para *Neopestalotiopsis* spp. en los que se han detectado 181 positivos, procedentes de diversos viveros y campos de producción frutícola españoles, lo que representa aproximadamente el 24% de las muestras analizadas. Esto puede dar una idea de la extensión del brote.

Síndromes

En los últimos años el patógeno ha sido descrito como causante de podredumbre de corona y raíz en varias zonas productoras como Argentina (Obregón y col. 2018), Bangladesh (Ara y col. 2017), Bélgica (Van Hemelrijck y col. 2017), California, EE. UU. (Lawrence y col., 2023), China (Sun y col., 2021), Ecuador (Hidrobo-Chavez y col., 2021), Egipto (Essa y col. 2018), Florida, EE. UU. (Mertely y col., 2015), Italia (Gilardi y col., 2019), México (Rebollar-Alviter y col., 2020) y Uruguay (Machín y col., 2019). Y, en general, más recientemente y con mayor agresividad, como causante de mancha foliar y/o podredumbre de frutos en otras tantas zonas produc-

toras de fresas como Albania (Cara y col. 2024), Bangladesh (Sultana y col., 2022), Canadá (McNally y col., 2023), China (Zhao y col., 2016), Florida, EE. UU. (Baggio y col., 2021), Georgia, EE. UU. (Jiménez-Madrid y col., 2024), India (Mahapatra *et al*, 2018), Indiana, EE. UU. (Guan y col., 2023), México (Morales-Mora y col., 2019; Rebollar-Alviter y col., 2020), Nueva Inglaterra, EE. UU. (Salvas y col., 2024), Ohio, EE. UU. (Rotondo y col., 2023), Taiwán (Wu *et al*, 2021) y Turquía (Erdurmuş y col., 2022). Por tanto, se distinguen dos tipos de síndromes:

- i) **Podredumbre de corona y raíz** con oscurecimiento de las raíces (Foto 2a) y lesiones necróticas de color marrón anaranjado visibles al cortar las coronas (Foto 2b), lo cual contribuye a enanismo y a un mal establecimiento tras el trasplante (Foto 3). En la parte aérea, se observa el marchitamiento y necrosis de las hojas más viejas, lo que en muchas ocasiones se traduce en colapso y muerte de las plantas (Rebollar-Alviter y col., 2020). Este síndrome está asociado a las primeras etapas tras el trasplante.
- ii) **mancha foliar y/o podredumbre**

de frutos que se observan como lesiones de diferente tamaño, secas, bronceadas, con bordes más oscuros y de forma irregular en las hojas (Foto 4 a, b); las cuales crecen y eventualmente se cubren de numerosos conidiomas de color negro (Foto 4 c). Posteriormente, estas plantas enfermas también pueden terminar colapsando con podredumbre de corona y raíces (Foto 5), más avanzada la campaña. Los síntomas en los frutos de fresa son lesiones de 2 a 4 mm de diámetro, secas, de color canela claro, ligeramente hundidas y de forma irregular en las primeras fases. Las lesiones crecen y finalmente también se cubren de numerosos conidiomas (Baggio y col., 2021).

Los brotes de enfermedad más recientes y agresivos parecen pertenecer o bien a *Neopestalotiopsis rosae* (en México) o a una nueva especie también próxima a *N. rosae* pero significativamente más agresiva y aún no definida (en Florida, EE. UU.) (Rebollar-Alviter y col., 2020; Baggio y col., 2021). También se ha informado de la presencia de otras especies de *Neopestalotiopsis*, como *N. clavispora*, *N. mesopotamica*, *N. iraniensis* y *N. fragariae*, en otras zonas de producción de fresas (Acosta-González y col., 2024). En este sentido, tenemos resultados preliminares, con una



FOTO 3 Foco de plantas afectadas por *Neopestalotiopsis* spp. tras el trasplante. (Autor M. Avilés)

colección de aislamientos tanto de plantas en viveros como en campos de producción de fruta, que apuntan a la presencia de clados filogenéticos distintos en nuestro país. Además, en ensayos de susceptibilidad varietal que hemos realizado con diferentes aislados de *Neopestalotiopsis* spp., podemos avanzar que hay cierta variabilidad en la susceptibilidad de los cultivares ensayados y que estos presentan distinta agresividad en un mismo cultivar. En definitiva, tenemos

indicios de distinta susceptibilidad de los cultivares y de variabilidad patogénica en la población del patógeno. Esto complica el diagnóstico, dado que habría que diferenciar especies o patotipos para aquilatar las medidas a adoptar por los agricultores y posibilitar los programas de mejora varietal para buscar resistencias. Para facilitar diagnósticos rápidos y específicos se requeriría el desarrollo de detecciones basadas en técnicas genético-moleculares.



FOTO 4 (a) Hojas con pequeñas lesiones causadas por *Neopestalotiopsis* spp.; (b) hojas con grandes lesiones causadas por *Neopestalotiopsis* spp.; (c) Mancha foliar con presencia de conidiomas de *Neopestalotiopsis* spp. (Autor M. Avilés)

Fuentes de inóculo

Se ha sugerido que la principal fuente de inóculo primario de la enfermedad asociada a *Neopestalotiopsis* spp. son las plantas de trasplante procedentes de viveros (Rebollar-Alviter y col., 2020; Baggio y col., 2021; Kaur y col., 2023). Por otro lado, también hay pruebas de que *Neopestalotiopsis* spp. puede sobrevivir en las coronas que quedan incorporadas al suelo durante el verano hasta la siguiente campaña (Zuniga y col., 2024). Así, recientemente en Florida (EE. UU.) se ha recomendado la fumigación con 1,3-dicloropropeno:cloropicrina (63:35) para reducir el inóculo de *Neopestalotiopsis* spp. en los suelos gravemente infestados (Alonzo y col., 2024). Otra posible fuente de inóculo primario pueden ser los huéspedes alternativos. En su día, nuestro equipo estableció que *Neopestalotiopsis clavispora* es patógeno en arándano en Huelva (Borrero y col., 2018), también han sido citados como huéspedes de *Neopestalotiopsis* spp., frambuesas y moras (Yan y col., 2019). Todos estos cultivos son colindantes en múltiples explotaciones de Huelva. En cualquier caso, las especies de *Neopestalotiopsis* spp. tienen un amplio rango de huéspedes. Así, también se localizaron reservorios del patógeno en los rododendros silvestres cercanos a viveros de plantas de fresa de Carolina del Norte (EE. UU.), sugiriendo que podría suponer una fuente de variabilidad genética para el patógeno, al completar el ciclo sexual sobre ellos (Baggio y col., 2021). Entre las especies frecuentes en los linderos y proximidades de los viveros de altura de Castilla y León y citados como huéspedes de diversas especies del taxón fúngico Pestalotioid (*Seiridium*, *Neopestalotiopsis*, *Pestalotiopsis* and *Pseudopestalotiopsis*) se encuentran los pinos (*Pinus pinaster* y *Pinus pinea*) y las encinas (*Quercus ilex*) (Guba, 1961; Spaulding, 1961; Nag Raj, 1993; Veroz y col., 2004). Estas posibles fuentes de inóculo no están prospectadas ni evaluadas en nuestro país. Otra consideración relevante es conocer cómo se puede producir la disper-



FOTO 5

Foco de plantas afectadas por *Neopestalotiopsis* spp. avanzada la campaña. (Autor M. Avilés)

Las plantas de vivero pueden ser la principal fuente de inóculo

sión del patógeno entre plantas tanto en viveros como en los campos de Huelva. Así, las labores de arranque, corte y manipulación de las plantas en vivero pueden facilitar la dispersión de las conidias y la infección vía las heridas producidas durante el procesamiento de las plantas. En los campos de producción de fruta las salpicaduras de agua y el viento. Especialmente en los días que siguen a la plantación cuando se riega por aspersión que, además, suelen coincidir con temperaturas cálidas apropiadas para el fitopatógeno. También no hay que descartar que los trabajadores durante las operaciones de recolección y limpieza pueden también contribuir a dispersar el patógeno.

Tratamientos

Los fungicidas que en otras zonas productoras han sido evaluados como los más eficaces son: fludioxonil, fluzinam, procloraz, captan, tiram y clorotalonil y las mezclas pydiflumetofen+fludioxonil y ciprodinil+fludioxonil, en aplicaciones preventivas (baño de raíces) mejor que en curativas (Acosta-González y col., 2024; Baggio y col., 2023). En cambio, en España no hay ningún fungicida autorizado para este uso y la gran mayoría de los citados están excluidos del anexo del Reglamento (CE) N° 1107/2009. Entre los biofungicidas con resultados positivos de control aparecen citados: *Bacillus cereus* (Bce-2) (Zhang y col., 2024), y formulados de *Trichoderma aspellum* (Blite free® CL) y *T. koningiopsis* (RG-160) (Acosta-González y col., 2024). Por otro lado, tenemos datos preliminares que apuntan a que el almacenamiento prolongado en refrigeración (10 días a temperatura inferior a 7°C) tras el arranque en vivero, reduce la mortalidad por *Neopestalotiopsis* spp. de las plantas tras el trasplante.

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com