

## Caracterización y control de la podredura ácida causada por *Geotrichum* spp. en melocotonero en la zona del Baix Segre

Acrónimo: GEOPEACH

### Resumen

Durante la última década, se han dedicado muchos recursos a conocer la epidemiología y el control de la podredumbre causada por *Monilinia* spp., principal patógeno en fruta de hueso, pero la irrupción en los últimos 5-6 años de *Geotrichum* spp., causante de la podredumbre ácida, con incidencias en algunos casos incluso superiores a *Monilia* spp., hace imprescindible su estudio tanto a nivel más básico de conocer la epidemiología y el proceso infectivo del hongo, como las medidas de control en campo y/o a postcosecha que permitan reducir al máximo su incidencia. De hecho, en estos momentos, no se hace ningún tratamiento específico contra este hongo, y aunque se ha reportado la eficacia de algunas materias activas en otros países, en España o bien no están autorizadas para el cultivo o bien se utilizan, pero no son realmente efectivas. Por tanto, la aparición de este nuevo escenario en el que *Geotrichum* va tomando fuerza cada vez más supondrá un reto importante para las empresas del sector, que tendrán que hacer frente a un nuevo enemigo del que no se conoce su epidemiología ni las herramientas de control a utilizar. Es cierto que la fuente de inóculo es el campo, pero es en poscosecha donde su agresividad causa la mayor parte de las pérdidas y reclamaciones, por tanto la repercusión económica de una partida afectada por podredumbre ácida que llega al mercado de destino, por ejemplo, contenedores que se exportan a Brasil, Emiratos Árabes, etc., no sólo tiene una implicación económica muy importante, sino también de confianza por parte del cliente, y también medioambiental.

### Objetivos

El objetivo general es conocer mejor el proceso de infección de *Geotrichum* spp. en melocotonero, los factores que afectan a la propagación de la enfermedad y las posibles formas de control. Los objetivos específicos son:

1. Determinar la presencia y distribución de inóculo en fincas de fruta de hueso y efecto de los factores que intervienen en su proceso de infección
2. Determinar la presencia y distribución del inóculo en diferentes zonas de la central
3. Determinar qué productos son efectivos para el control de *Geotrichum* spp. para establecer una estrategia de control
4. Determinar qué prácticas en poscosecha son efectivas para disminuir el inóculo en central y frenar el desarrollo de la enfermedad.

### Descripción de las actuaciones llevadas a cabo en el proyecto

Se han llevado a cabo las siguientes actuaciones:

- Acción 1: determinar la presencia de *Geotrichum* spp. en fincas con histórico de enfermedad muestreando tierra, hojas y frutos (fuentes de inóculo a campo) y relacionarlo con factores agrometeorológicos y nutricionales de cada finca, para correlacionarlos con la incidencia de podredumbre ácida en la cosecha. Estudio de diferentes factores, a nivel de patógeno y huésped, que intervienen en el proceso de infección: concentración de inóculo, producción de enzimas pectinolíticas, estado de madurez de la fruta, etc.
- Acción 2: Determinar la presencia de *Geotrichum* spp. en diferentes zonas de la central (fuentes de inóculo en central) y comprobar el riesgo real de infección que supone la central haciendo un seguimiento de la podredumbre ácida en las entradas vs en producto confeccionado. Realizar una colección de aislados de

*Geotrichum* spp aislados de campo y de central. Evaluar la influencia de las condiciones de conservación (T y HR) sobre la supervivencia de *Geotrichum* spp. en postcosecha.

- Acción 3: determinar la eficacia de productos fungicidas de síntesis y de productos alternativos hacia aislados de *Geotrichum* sp. in vitro e in vivo.

- Acción 4: estudiar el efecto de las condiciones de conservación (Frio Normal, Atmósfera Controlada o envasado de producto confeccionado en bolsa de Atmósfera Modificada) en el desarrollo de la enfermedad y evaluar la eficacia de diferentes jabones y desinfectantes para reducir la inoculo de central.

### Resultados finales y recomendaciones prácticas

1. Se ha encontrado población de *Geotrichum candidum* en el suelo de las fincas y en las hojas de los árboles, en un nivel muy diferente entre las 4 fincas, sin tener una relación directa con la incidencia final de podredumbre ácida en fruta recolectada. Por tanto, parece claro que la incidencia final de enfermedad depende de otros factores como la presencia de heridas en los frutos, estado de madurez en cosecha, tratamientos químicos en campo, prácticas culturales, factores agroclimáticos, etc. La finca es una fuente de inóculo de este patógeno y estos resultados indican que parte de la solución para el control de esta enfermedad deberá incluir la reducción de este inóculo en campo, ya sea mediante tratamientos o prácticas de manejo del suelo, uso de cubiertas vegetales, etc.

2. Se ha definido una metodología de inoculación artificial, totalmente imprescindible para llevar a cabo los estudios de eficacia, entre otros. Después de estudiar diferentes condiciones de T y HR de incubación, metodologías de inoculación con o sin herida, concentración de inóculo, etc, se ha establecido como protocolo de inoculación artificial lo siguiente: inocular 20 µL de una suspensión de esporas ajustada a 106 sp/mL en frutos con herida, e incubación posterior de 24h a 30°C + 6 días a 20°C, en todo momento con una HR elevada.

3. Se ha constatado que las enzimas pectinolíticas (PG) que contiene el zumo que genera el podrido desempeñan un papel clave en la capacidad de infección, diseminando la enfermedad y provocando un aumento en la merma de frutos repelados (no comerciales) de forma exponencial. Además, este zumo también contiene esporas, por lo que es un arma muy peligrosa.

4. La central hortofrutícola es también una fuente de inóculo, especialmente las superficies de las líneas de confección y, en menor medida, los palots. La población de *G. candidum* en estos puntos es capaz de sobrevivir durante 24-48h. Es imprescindible realizar los procedimientos de limpieza y desinfección, que, por otra parte, se ha comprobado que son totalmente efectivos en la reducción de la contaminación si se aplican correctamente.

5. El agua de las balsas de volcado de palots o del hydrocooler, no serían una fuente de inóculo siempre y cuando se utilicen niveles de desinfectante suficientes. El ClO<sub>2</sub> y la formulación a base de ácido peracético + peróxido de hidrógeno ofrecen un control satisfactorio con sólo 1 minuto de contacto, tanto a la dosis comercial como a mitad de dosis. En cambio, en el caso de utilizar hipoclorito como agente desinfectante, será necesario ser muy cuidadosos al mantener una dosis adecuada y estable para minimizar el riesgo de infección. Los ambientes de las cámaras de conservación y/o expedición no se considerarían fuente de inóculo.

6. En el muestreo que realizan las empresas incubando fruta de las entradas y después de la confección, existe un incremento en la incidencia de podredumbre ácida de más del 50% entre estos dos puntos. Cabe decir que la problemática real que ocasiona esta enfermedad no queda reflejada en este tipo de controles, ya que la mayor causa de pérdidas la provocan los repelados que las enzimas pectinolíticas (PG) que genera un fruto podrido provoca en los frutos sanos que tiene cerca. Es imprescindible informar a los cosechadores de la característica de este tipo de podredumbre para que eviten poner algún podrido en el palot, limpiar los cubos, etc.

## Conclusiones

Probablemente la conclusión más importante obtenida en el proyecto ha sido el descubrir que 1 de cada 3 frutos que presentaban síntomas de podredumbre ácida, estaban causados por un patógeno diferente a *G. candidum*. Se identificó a nivel molecular distintas especies del género *Pichia* (*P. kluyveri*, *P. kudriavzevii* y *P. manshurica*). Este resultado hizo replantear los estudios que quedaban pendientes de hacer, ya que, si la podredumbre ácida era causada por un consorcio de microorganismos, era necesario evaluar la eficacia de los tratamientos químicos, de los desinfectantes, del efecto del tipo y de las condiciones de conservación, etc., como mínimo, en estos dos patógenos: *G. candidum* y *Pichia kluyveri*.

Estas dos especies tienen óptimos de crecimiento entre 30-35°C y  $a_w$  o HR muy elevadas, lo que ya se intuía, ya que después de períodos de lluvia con oleadas de calor su incidencia incrementaba. Sin embargo, a 20°C su crecimiento en fruta se ve muy ralentizado cuando la HR es baja, del 60%, que son las condiciones habituales de la sala de confección o de un supermercado. Esto nos hace pensar que quizás las contaminaciones en las superficies de las líneas de confección no representarían un peligro muy alto ya que, aunque se infectara un fruto, no se darían las condiciones óptimas para su desarrollo.

Ha quedado demostrado que la podredumbre ácida no será una enfermedad fácil de controlar que pueda ser controlada con tratamientos químicos en campo o en poscosecha, ya que, del total de 13 fungicidas de síntesis y 15 productos alternativos evaluados, sólo el tebuconazol (Konan), 2 formulados a base de extractos de ajo (Proallium y Agroallium EVO), uno a base de aceites esenciales (Araw) y el polisulfuro de calcio (Curatio) mostraron una reducción significativa cuando fueron evaluados in vitro. Sin embargo, cuando se realizaron los ensayos en fruta inoculada artificialmente, ninguno de ellos dio un resultado satisfactorio.

Las condiciones habituales de conservación de la fruta de hueso (Frío Normal, Atmósfera Controlada o el envasado en bolsas de Atmósfera Modificada, MAP) no tendrían, a priori, ningún efecto en el desarrollo de *G. candidum* ya que, durante un período de 30 días, la incidencia y la severidad en fruta inoculada artificialmente no mostró diferencias significativas entre los distintos tipos de conservación. En cambio, *P. kluyveri* sí parece estar más adaptado a las condiciones de AC o bolsa MAP, siendo su incidencia y severidad sustancialmente superior a medida que aumenta el nivel de CO<sub>2</sub>.

### Líder del Grupo Operativo

ENTIDAD: Agropecuària de Soses, SCCL

### Coordinador del Grupo Operativo

ENTIDAD: IRTA

### Otros miembros del Grupo Operativo (perceptores de ayuda)

ENTIDAD: Agrícola ESPAX, S.L.

### Otros miembros del Grupo Operativo (no perceptores de ayuda)

ENTIDAD: -

### Ámbito/s territorial/s de aplicación

PROVINCIA/S	COMARCA/S
Lleida	Segrià

### Difusión del proyecto (publicaciones, jornadas, multimedia...)

Se han llevado a cabo las acciones de comunicación y divulgación de resultados mediante reuniones anuales con las empresas participantes, y en la Jornada Poscosecha del IRTA de 2021, que tuvo que

realizarse en línea por las restricciones de la Covid-19, la Dra. Carla Casals hizo una ponencia en la que se presentaron los resultados obtenidos hasta esa fecha. La ponencia llevaba por título 'Geotrichum y Rhizopus, enfermedades emergentes en fruta de hueso. ¿Qué sabemos? (GEOPEACH y GOMORI)'. Se ha publicado un artículo de divulgación en la revista Horticultura: Casals, C.; Plaza, P.; Vilanova, L.; Sisquella, M.; Torres, R.; Teixidó, N. 2021. *Geotrichum* spp. y *Rhizopus* spp., enfermedades emergentes en fruta de hueso. ¿Qué sabemos de ellas? Horticultura. [www.interempresas.net/A354049](http://www.interempresas.net/A354049).

### Página web del proyecto

### Otra información del proyecto

DATOS DEL PROYECTO	PRESUPUESTO TOTAL
Fecha de inicio (mes-año): julio 2020	Presupuesto total: 91.319,00 €
Fecha final (mes-año): septiembre 2022	Financiamiento DACC: 37.320,18 €
Estado actual: Finalizado	Financiamiento UE: 28.153,82 €
	Financiamiento propio: 25.845,00 €

### Con el financiamiento de:

Proyecto financiado a través de la Operación 16.01.01 (Cooperación para la innovación) a través del Programa de desarrollo rural de Catalunya 2014-2022.

*Orden ARP/133/2017, de 21 de junio, por la que se aprueban las bases reguladoras de las ayudas a la cooperación para la innovación a través del fomento de la creación de grupos operativos de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas y la realización de proyectos piloto innovadores por parte de estos grupos, y Resolución ARP/1531/2019, de 28 de mayo, por la que se convoca la mencionada ayuda.*

