

Diseño Racional y Sostenible de Fitosanitarios

DOLORES FERNÁNDEZ-ORTUÑO^{1,2} Y ALEJANDRO PÉREZ-GARCÍA^{1,2}

¹Dpto. de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, 29071 Málaga

²Dpto. de Microbiología y Protección de Cultivos, IHSM-UMA-CSIC “La Mayora”, 29071 Málaga

✉ dfernandez-ortuno@uma.es



Miembros del grupo.

El grupo “Diseño Racional de Fitosanitarios” está formado por los investigadores seniors Alejandro Pérez García y Dolores Fernández Ortuño, junto con cinco investigadoras en formación realizando sus tesis, dos técnicos de laboratorio, así como varios estudiantes de TFG (Foto de grupo). Este grupo pertenece al Departamento de Microbiología de la Universidad de Málaga (grupo PAI-AGR169) y al Departamento de Microbiología y Protección de Cultivos del IHSM-UMA-CSIC “La Mayora”. El interés del grupo se centra en el control químico de dos importantes enfermedades en hortalizas, el oídio de las cucurbitáceas y la botritis, causadas por los hongos fitopatógenos *Podosphaera xanthii* y *Botrytis cinerea*. El control químico ha sido crítico en la prevención de las pérdidas ocasionadas por estas enfermedades; sin embargo, durante los años que llevamos trabajando con estos patógenos hemos observado que los fungicidas comercializados están bajo presión, siendo el desarrollo de resistencias, consecuencia de un proceso evolutivo básico, común en ambos. Nuestro grupo ha descrito resistencias a los fungicidas anti-oídio más populares entre los agricultores, QoI, DMI, MBC y SDHI en las poblaciones de *P. xanthii* de la mitad sur de España (Fernández-Ortuño *et al.* 2006; López-Ruiz *et al.* 2010; Bellón-Gómez *et al.* 2015; Vielba-Fernández *et al.* 2021), observándose aislados multirresistentes en Almería y Murcia, zonas de cultivo intensivo (Bellón-Gómez *et al.*, 2015).

Desafortunadamente, el fenómeno de la multirresistencia a fungicidas es también un hecho en las poblaciones españolas de *B. cinerea*. En estudios recientes hemos detectado resistencia a seis clases de fungicidas en aislados obtenidos de las provincias de Huelva y Málaga, con frecuencias de resistencia que oscilaron entre el 75% (QoI) y el 1% (fenilpirroles), siendo la mayor parte de los aislados (47,6%) resistentes a 3 o más clases de fungicidas (Fernández-Ortuño *et al.* 2016).

Aunque la creciente priorización de la sostenibilidad en la agricultura ha dado lugar a un rápido aumento de las industrias de agentes biológicos y de la búsqueda de alternativas no químicas, sus beneficios están lejos de ser importantes. Y, aunque haya algunos ejemplos de uso exitoso de estrategias no químicas para combatir algunas plagas y enfermedades, existen otra serie de enfermedades cuyo control

es absolutamente dependiente de los productos químicos, como es el caso de los oídios y la botritis. Por tanto, no hay duda de que las estrategias químicas constituirán el principal pilar de la protección de los cultivos en el futuro previsible (Smith *et al.* 2008). Sin embargo, la diversidad de los compuestos disponibles para los productores podría verse restringida en el futuro por la legislación europea sobre pesticidas [Estrategia de la Granja a la Mesa del Pacto Verde Europeo, Directiva 2009/128/EC y Reglamento (EC) 1107/2009], con el fin de minimizar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente derivados del uso de estos. Por ello, para poder mantener la diversidad química, la industria necesitará introducir nuevos productos para encajar con un entorno agrícola cambiante, lo que significa que existe una demanda urgente para identificar y desarrollar nuevos compuestos químicos para la protección de cultivos.

En esta línea, nuestro grupo de investigación pretende aportar soluciones más sostenibles para el control del oídio de las cucurbitáceas y la botritis (Figura 1). Para ello, a partir de información genómica y transcriptómica, y a través del uso de técnicas modelado de proteínas y de silenciamiento génico, identificamos dianas potenciales para el desarrollo y/o patogenicidad del hongo (Martínez-Cruz et al. 2018; Polonio et al. 2021; Ruiz-Jiménez et al. 2021). En colaboración con la Universidad de Valencia, y a través del cribado virtual de quimotecas usando descriptores topológicos, identificamos nuevos compuestos antifúngicos inhibidores de estas dianas. Además, estamos analizando si la tecnología del ARNi denominada silenciamiento génico inducido por pulverización (SIGS), el uso de aptámeros (oligonucleótidos de ARN o ADN) y la nanoencapsulación para mejorar la aplicación y eficacia de estos oligonucleótidos en la naturaleza, podrían ser alternativas para el manejo de ambos fitopatógenos. De esta manera, esperamos poder sentar las bases para el desarrollo de nuevos fitosanitarios e incrementar el número de herramientas disponibles para el control integrado de estas y otras enfermedades de origen fúngico. Finalmente, llevamos a cabo estudios más aplicados, tanto biológicos como moleculares (PCR-RFLP, AS-PCR, ARMS-PCR, LAMP), para conocer de forma rápida y fiable, la presencia y niveles de resistencia existentes a todos los fungicidas que están actualmente autorizados para el control de estas enfermedades y poder ayudar a los agricultores a tomar decisiones a corto plazo basadas en la información obtenida. De esta forma evitamos el uso innecesario de fungicidas que, además de generar resistencia, no evitan las pérdidas en los cultivos, contribuyendo así al desarrollo de una agricultura más sostenible y productiva.

Referencias

- Bellón-Gómez D, Vela-Corcía D, Pérez-García A y Torés JA. (2015). Sensitivity of *Podosphaera xanthii* populations to anti-powdery mildew fungicides in Spain. *Pest Manag Sci* 71: 1407-1413.
- Fernández-Ortuño D, Pérez García A, López-Ruiz FJ, Romero D, De Vicente A y Torés JA. (2006). Ocurrence

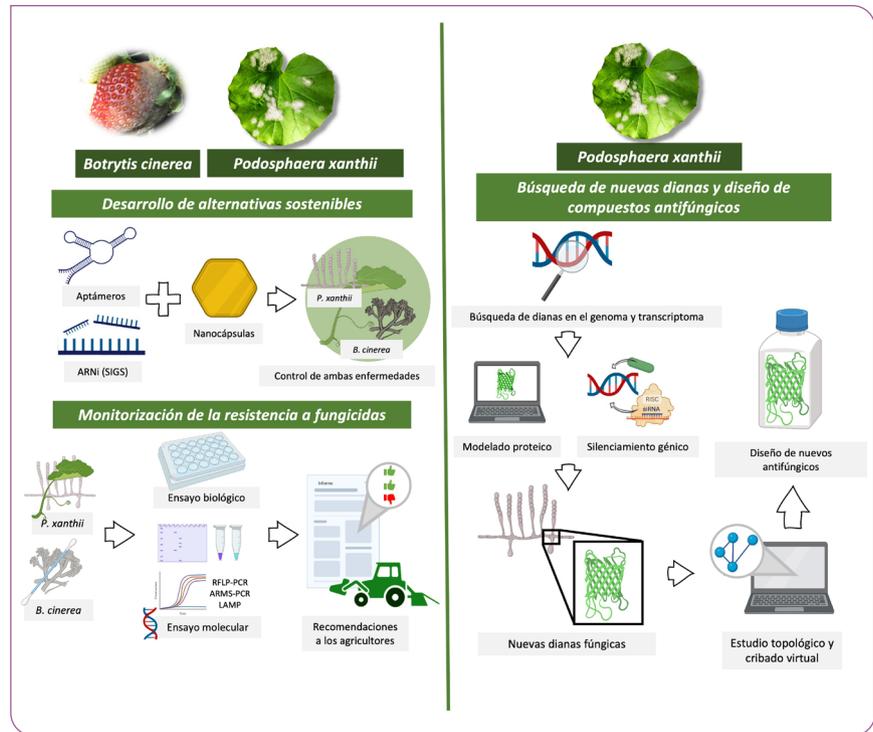


Figura 1. Resumen de las líneas de investigación del Grupo "Diseño Racional de Fitosanitarios".

and distribution of resistance to Qol fungicides in populations of *Podosphaera fusca* in south central Spain. *Eur J Plant Pathol* 115: 215-222.

- Fernández-Ortuño D, Torés JA, Chamorro M, Pérez-García A y de Vicente A. (2016). Characterization of resistance to six chemical classes of site-specific fungicides registered for gray mold control on strawberries in Spain. *Plant Dis* 100: 2234-2239.

- López-Ruiz FJ, Pérez-García A, Fernández-Ortuño D, Romero D, García E, de Vicente A, Torés JA. (2010). Distributions and sensitivities to DMI fungicides in populations of *Podosphaera fusca* in south central Spain. *Pest Manag Sci* 66: 801-808.

- Martínez Cruz JM, Romero D, de la Torre F, Fernández-Ortuño D, Torés JA, de Vicente A y Pérez-García A. (2018). The functional characterization of *Podosphaera xanthii* effector candidate genes reveals novel target functions for fungal pathogenicity. *Mol Plant-Microbe Interact* 31: 914-931.

- Polonio A, Díaz-Martínez L, Fernández-Ortuño D, de Vicente A, Romero D, López-Ruiz F y Pérez-García A. (2021).

A hybrid genome assembly resource for *Podosphaera xanthii*, the main causal agent of powdery mildew disease in cucurbits. *Mol Plant-Microbe Interac* 34: 319-324.

- Ruiz-Jiménez L, Polonio A, Vielba-Fernández A, Pérez-García A y Fernández-Ortuño D. (2021). Gene mining for conserved, non-annotated proteins of *Podosphaera xanthii* identifies novel target candidates for controlling powdery mildews by spray-induced gene silencing. *J Fungi* 7: 735.

- Smith K, Evans DA y El-Hiti GA. (2008). Role of modern chemistry in sustainable arable crop protection. *Phil Trans R Soc B* 363:623-63.

- Vielba-Fernández A, Polonio A, Ruiz-Jiménez L, de Vicente A, Pérez-García A y Fernández-Ortuño D. (2021). Resistance to the SDHI fungicides boscalid and fluopyram in *Podosphaera xanthii* populations from commercial cucurbit fields in Spain. *J Fungi* 7: 733.