

Trichoderma, desde el laboratorio al campo: contribución a la agricultura eco-sostenible

ROSA HERMOSA Y ENRIQUE MONTE

Instituto de Investigación en Agrobiotecnología (CIALE). Departamento de Microbiología y Genética, Universidad de Salamanca. Río Duero 12, Campus de Villamayor. 37185 Salamanca

✉ rhp@usal.es

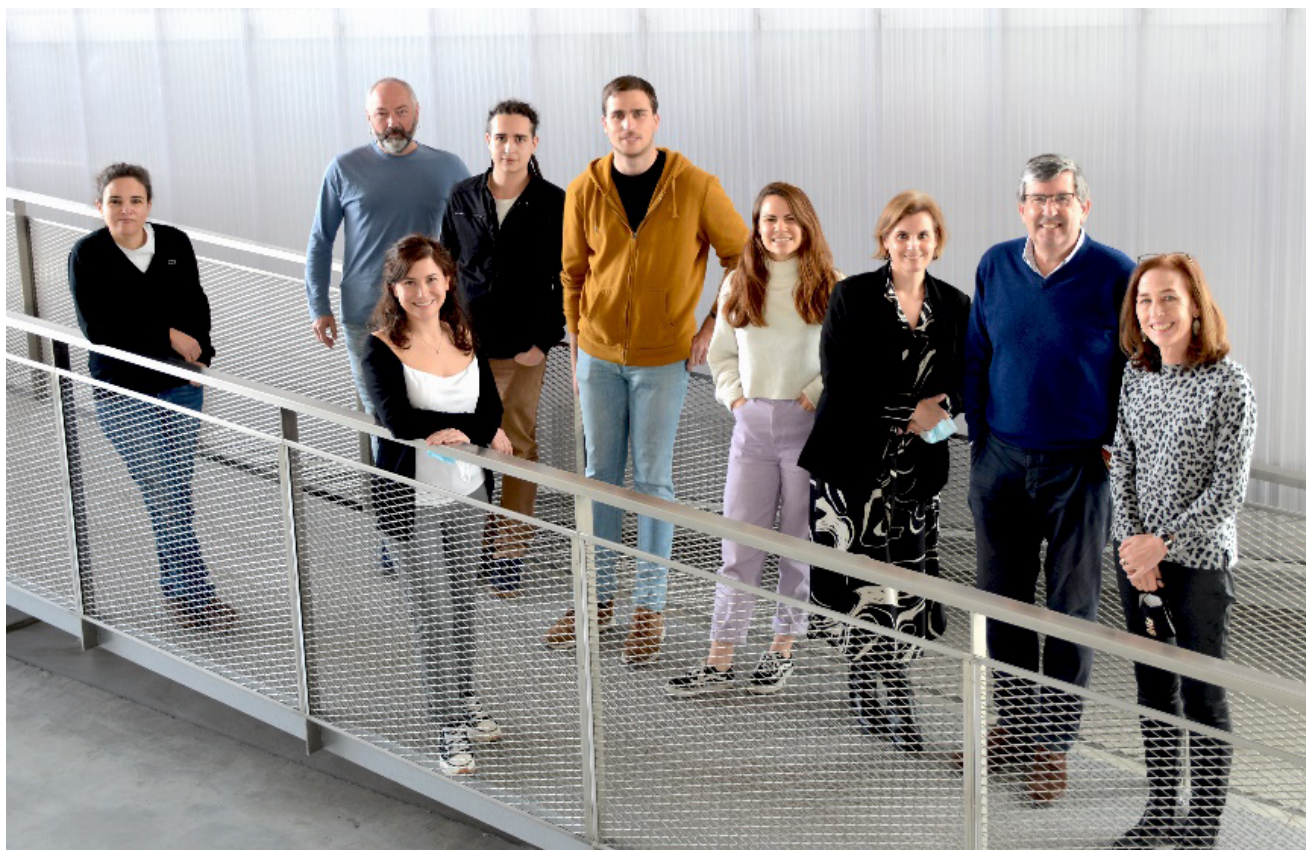


Foto de grupo. De izquierda a derecha: María Eugenia Morán Díez, Ángel Emilio Martínez de Alba, Claudia Margarita Sanabria Rojas, Julio Ascaso Pérez, Alberto Pedrero Méndez, María Illescas, María Belén Rubio, Enrique Monte y Rosa Hermosa.

El Grupo de Fitopatología y Control Biológico del Departamento de Microbiología y Genética de la Universidad de Salamanca (USAL) estudia desde 1989 hongos filamentosos del género *Trichoderma* como agentes de control biológico en agricultura. En 2000 participó en la fundación del CIALE y promovió el primer proyecto UE de genómica funcional de *Trichoderma*. Desde 2003, el grupo ha centrado su investigación en descifrar el diálogo molecular *Trichoderma*-planta para comprender los efectos beneficiosos de cepas de este hongo en

términos de promoción del crecimiento y activación de defensas de las plantas frente a estreses bióticos y abióticos. En la actualidad, el grupo posee las menciones de Grupo de Investigación Reconocido de la USAL y de Unidad de Investigación Consolidada de la Junta de Castilla y León (JCyL), y pertenece a la Unidad de Excelencia AgriEnvironment de la JCyL.

Algunos hitos alcanzados son: primera formulación líquida de *Trichoderma* patentada como agente de biocontrol

(1995), primer biofungicida registrado en España e inclusión de cepas de *Trichoderma* en la lista de sustancias activas para el registro en la UE (2008), descripción de la activación por *Trichoderma* de defensas de la planta dependientes de ácido salicílico (2009), secuenciación y anotación de los genomas de *T. atroviride* y *T. virens* y demostración de que el micoparasitismo es un estilo de vida ancestral en *Trichoderma* (2011), modelo molecular que explica los efectos beneficiosos de *Trichoderma* sobre las plantas (2012), demostración de

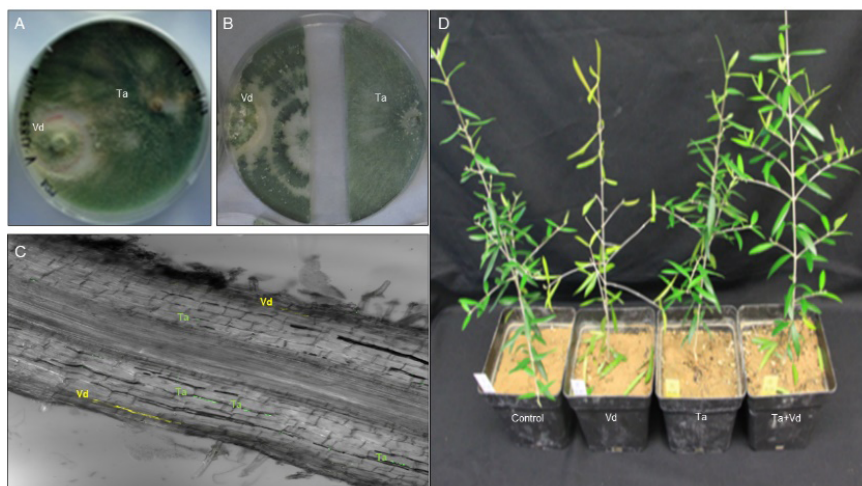


Figura 1. Interacción *Trichoderma*-*Verticillium*-olivo. A) Cultivo dual de *T. atroviride* (Ta) y *V. dahliae* (Vd) en medio PDA. B) Cultivo dual Ta-Vd en medio PDA discontinuo. C) Imagen confocal de corte longitudinal de raíz de olivo (Ta, marcado en verde; Vd, marcado en amarillo). D) Plantas de olivo Picual de 28 meses con verticilosis: sin tratar (control); con síntomas de verticilosis causada por la infección artificial de Vd cuando tenían 18 semanas; tratadas con Ta cuando tenían 16 semanas; y tratadas con Ta e infectadas con Vd (Ta+Vd). Fotografías: Irene Carrero Carrón.

la heredabilidad del efecto de *Trichoderma* sobre la planta (2017), beneficios del uso compatible de *Trichoderma* con hongos micorrícicos (2019), influencia de *Trichoderma* sobre el microbioma de la rizosfera de trigo cultivado en campo (2020), desarrollo de comunidades sintéticas para aliviar el estrés hídrico de las plantas (2021), y producción de distintas clases de fitohormonas por *Trichoderma* y su participación en el incremento de la tolerancia de las plantas a la sequía (2021).

Las actuales líneas incluyen: i) las aplicaciones de *Trichoderma* en un escenario "carbon farming"; ii) reducción de fertilizantes inorgánicos en cultivos extensivos; iii) explotación de *Trichoderma* como bioestimulante; iv) el proyecto 400 genomas de *Trichoderma*; y v) marcas epigenéticas y herencia transgeneracional de la planta asociadas a *Trichoderma*.

Algunas publicaciones de los últimos 5 años:

➤ **Carrero-Carrón I, Rubio MB, Niño-Sánchez J, Navas JA, Jiménez-Díaz RM, Monte E y Hermosa R.** (2018). Interactions between *Trichoderma harzianum* and defoliating *Verticillium dahliae* in resistant and susceptible wild olive clones. *Plant Pathol* 67: 1758-67.

➤ **Debbi A, Bouregghda H, Monte E y Hermosa R.** (2018). Distribution and

genetic variability of *Fusarium oxysporum* associated with tomato diseases in Argelia and a biocontrol strategy with indigenous *Trichoderma* spp. *Front Microbiol* 9: 282.

➤ **Illescas M, Rubio MB, Hernández-Ruiz V, Morán-Díez ME, Martínez de Alba AE, Nicolás C, Monte E y Hermosa R.** (2020). Effect of inorganic N top dressing and *Trichoderma harzianum* seed-inoculation on crop yield and the shaping of root microbial communities of wheat plants cultivated under high basal N. *Front Plant Sci* 11: 575861.

➤ **Medeiros HA, Araújo Filho JV, Freitas LG, Castillo P, Rubio MB, Hermosa R y Monte E.** (2017). Tomato progeny inherit resistance to the nematode *Meloidogyne javanica* linked to plant growth induced by the biocontrol fungus *Trichoderma atroviride*. *Sci Rep* 6: 40216.

➤ **Morán-Díez ME, Carrero-Carrón I, Rubio MB, Jiménez-Díaz RM, Monte E y Hermosa R.** (2019). Transcriptomic analysis of *Trichoderma atroviride* overgrowing plant-wilting *Verticillium dahliae* reveals the role of a new M14 metallopeptidase CPA1 in biocontrol. *Front Microbiol* 10: 1120.

➤ **Morán-Díez ME, Martínez de Alba AE, Rubio MB, Hermosa R y Monte E.** (2021). *Trichoderma* and the plant heritable priming responses. *J Fungi* 7: 318.

➤ **Pedrero-Méndez A, Insuasti HC, Neagu T, Illescas M, Rubio MB, Monte E y Hermosa R.** (2021). Why is the correct selection of *Trichoderma* strains important? The case of wheat endophytic strains of *T. harzianum* and *T. simmonsii*. *J Fungi* 7: 1087.

➤ **Rivera-Méndez W, Obregón M, Morán-Díez ME, Hermosa R y Monte E.** (2020). *Trichoderma asperellum* induces systemic resistance against *Sclerotium cepivorum* in onion plants enhancing the production under tropical climate condition. *Biol Control* 141: 104145.

➤ **Rubio MB, Hermosa R, Vicente R, Gómez-Acosta FA, Morcuende R, Monte E y Bettiol W.** (2017). The combination of *Trichoderma harzianum* and chemical fertilization leads to the deregulation of phytohormone networking, preventing the adaptive responses of tomato plants to salt stress. *Front Plant Sci* 8: 294.

➤ **Vicente I, Barancelli R, Hermosa R, Monte E, Vanacci G y Sarrocco S.** (2022). Role and genetic basis of specialized secondary metabolites in *Trichoderma* ecophysiology. *Fungal Biol Rev* 39: 83-99.