

Un propágulo formado por varios microsclerocios del hongo entomopatógeno *Metarhizium brunneum*, en fase de esporulación.

¿Hacia el empleo comercial de tratamientos de suelo con el hongo entomopatógeno *Metarhizium brunneum* para el control de la mosca del olivo, *Bactrocera oleae* (Rossi)?

**M. Yousef Naef,
I. Garrido Jurado y
E. Quesada Moraga**

Universidad de
Córdoba. E.T.S.I.A.M.
Departamento
Agronomía.
Mail: z12yonam@uco.es

Tras más de 60 años de aplicación continuada y repetida de un número reducido de materias activas insecticidas para el control de la mosca del olivo, este temible díptero, que es el principal factor biótico de reducción de la calidad del aceite de oliva, aún causa enormes pérdidas en el sector oleícola. En la actualidad se promulga en el seno de la UE la búsqueda de nuevos métodos de control de plagas que se ajusten a los criterios de sostenibilidad, aspecto crucial en el caso de la mosca del olivo, debido a la alarmante ausencia de alternativas a los insecticidas químicos de síntesis. El presente trabajo presenta un método de control del tefrítido eficaz, viable económicamente, y respetuoso con el medio ambiente basado en aplicaciones al suelo debajo de la copa del árbol de la cepa EAMa 01/58-Su del hongo *Metarhizium brunneum* dirigidas a larvas de tercer estadio de *B. oleae* en otoño, cuando saltan al mismo para pupar, lo que permite reducir la generación de la mosca en primera entre el 50% y el 70%. La eficacia del método se comprobó en el campo durante varias campañas agrícolas tanto en el sur como en el norte de España, además de su seguridad alimentaria y ambiental. Por fin, el salto hacia el mercado parece ser viable a medio plazo a través de un proyecto de compra pública innovadora.

Problemática de la mosca del olivo

El cultivo del olivo es uno de los pilares de la agricultura mediterránea y especialmente española, lugar donde la importancia de este cultivo es múltiple con varias facetas, económicas, sociales y culturales. De los numerosos fitófagos que utilizan este cultivo como fuente de alimentación, lugar de refugio o ambas funciones destaca la mosca del olivo *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) como plaga clave del cultivo y principal amenaza biótica en todo el área de extensión (Santiago-Álvarez y Quesada-Moraga, 2007). Este fitófago, con sus dos a cinco generaciones anuales, ataca el fruto, lo que origina graves pérdidas de cantidad de la producción, pero más grave, también en su calidad, que pueden llegar de hasta el 100% en algunas variedades de mesa y hasta el 80% del valor del aceite (Zalom y col., 2003). Históricamente, el control de la mosca del olivo se ha basado en el empleo de insecticidas químicos de síntesis, con aplicaciones repetidas de un número muy reducido de sustancias activas. Esta gestión de las poblaciones de este fitófago ha causado el desarrollo de resistencia frente a la mayoría de los insecticidas autorizados para su control, como organofosforados, algunos piretroides y más recientemente el spinosad (Margaritopoulos y col., 2008; Kakani y col., 2010). Por otro lado, Desde el inicio en 1993 del programa de revisión de sustancias activas en la UE, como consecuencia de la Directiva 91/414/CEE y hasta su conclusión en 2010, existió una exhaustiva criba comunitaria que supuso la aprobación de sólo un 33,8% (378) de las 1.119 sustancias consideradas. El Reglamento (CE) nº 1107/2009 de comercialización de productos fitosanitarios, que deroga la Directiva 91/414, tiene por objeto último reforzar las garantías de un alto grado de protección de la salud humana y animal y del medioambiente. Actualmente hay quince formulados, ocho menos que en 2016, para la mosca del olivo en el registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura; cuatro de ellos son productos para la atracción de la mosca con proteínas hi-

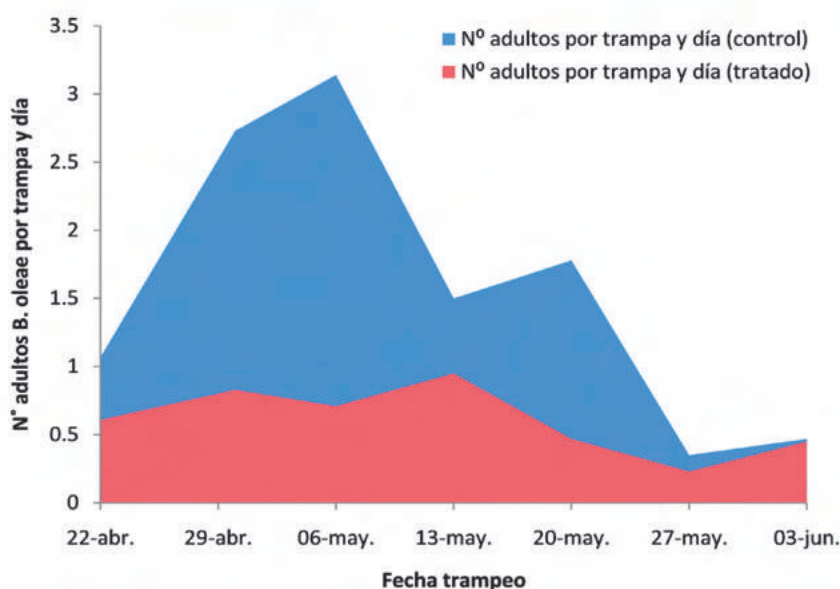
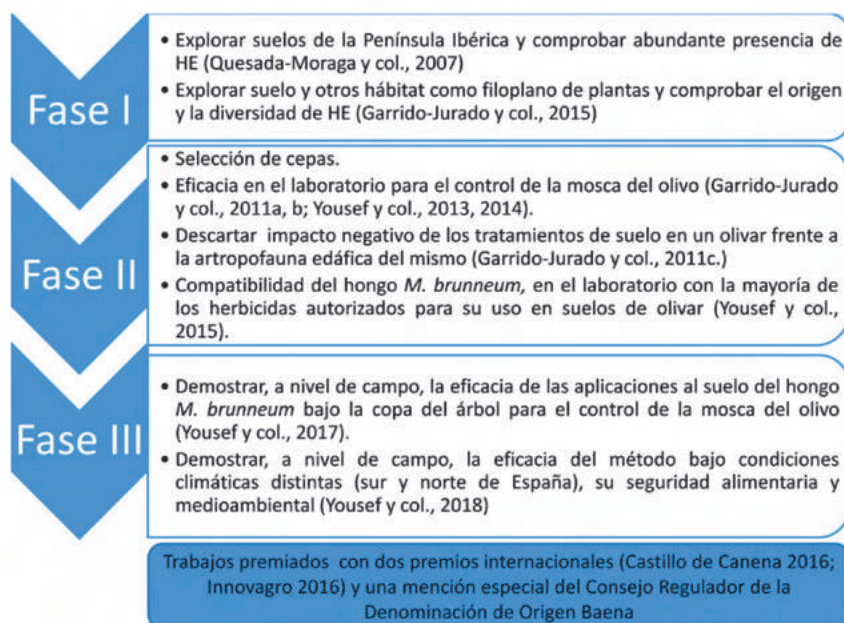


Figura 1. Ejemplo de la eficacia del método basado en la aplicación de la cepa EAMa 01/58-Su de *M. brunneum* en el suelo bajo la copa del árbol para el control de la mosca del olivo. Densidad de la población de *B. oleae* en fincas tratadas con el hongo (rojo) y control (azul). El ejemplo de la campaña 2015-16 en la finca situada en Castro del Río (Córdoba).

drolizadas. Esta realidad plantea un serio problema a la hora de combatir la mosca del olivo, e incluso obliga al empleo continuo de las escasas materias activas disponibles, algunas de las cuales incluso coinciden en su modo de acción, lo que agravará aún más el problema de este tefrítido. A esto se le añade la irrupción de la directiva europea 2009/128/CE de uso sostenible de insecticidas, y su transposición para el uso sostenible de productos fitosanitarios a través del Real Decreto 1311/2012 (RD) y el Plan de Acción Nacional (PAN), y la obligatoriedad de la Gestión Integrada de Plagas desde el 1 de enero

de 2014, que hace imprescindible investigar en el desarrollo de metodologías alternativas para el control integrado de la mosca del olivo, que pasen a formar parte de las ya incorporadas en la guía del cultivo.

El empleo de los hongos entomopatógenos (HE) en el control de la mosca del olivo en aplicaciones al suelo: antecedentes y avances

Dentro de los nuevos métodos de control de *B. oleae* eficaces y respe-

tuosos con el medioambiente, el empleo de los hongos entomopatógenos (HE) presenta algunas ventajas, en primer lugar debido a su presencia natural en el suelo y el filo plano del olivar (Quesada-Moraga y col., 2007), pero además por su modo de acción por contacto, único dentro de los microorganismos entomopatógenos, que lleva asociados efectos directos letales, así como subletales reproductivos, e incluso capacidad de autodiseminación, sin comprometer la fauna auxiliar del olivar. Además, estos hongos constituyen una nueva fuente poco explorada de nuevas moléculas insecticidas de origen natural.

La fase del ciclo biológico de este tefritido en el que las larvas de tercera edad abandonan el fruto y caen al suelo para pupar bajo la copa del árbol ofrece una opción estratégica para su control. En efecto, este es un punto crítico para el control de los tefritidos, pues se trata de un estado invernante en el suelo, hasta ahora olvidado en las estrategias de control de la mosca del olivo, que puede permitir la reducción de la población de primavera. A tal efecto, los HE pueden ser aplicados al suelo bajo la proyección de la copa del árbol y reducir de esta forma la población de estados preimaginales y por consiguiente la de la siguiente generación (Figura 1). El esquema de la figura 1 demuestra de forma detallada los trabajos del grupo PAIDI AGR163 de 'Entomología Agrícola' realizados durante más de diez años para desarrollar este método innovador.

Actualmente, gracias al proyecto de Compra Pública de Innovación en su modalidad de Compra Pública Precomercial Innolivar, [de acuerdo con lo establecido en el Convenio entre el antiguo Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (actual Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades) y la Universidad de Córdoba, cofinanciado en un 80% por fondos FEDER, dentro del Programa Operativo Pluriregional de

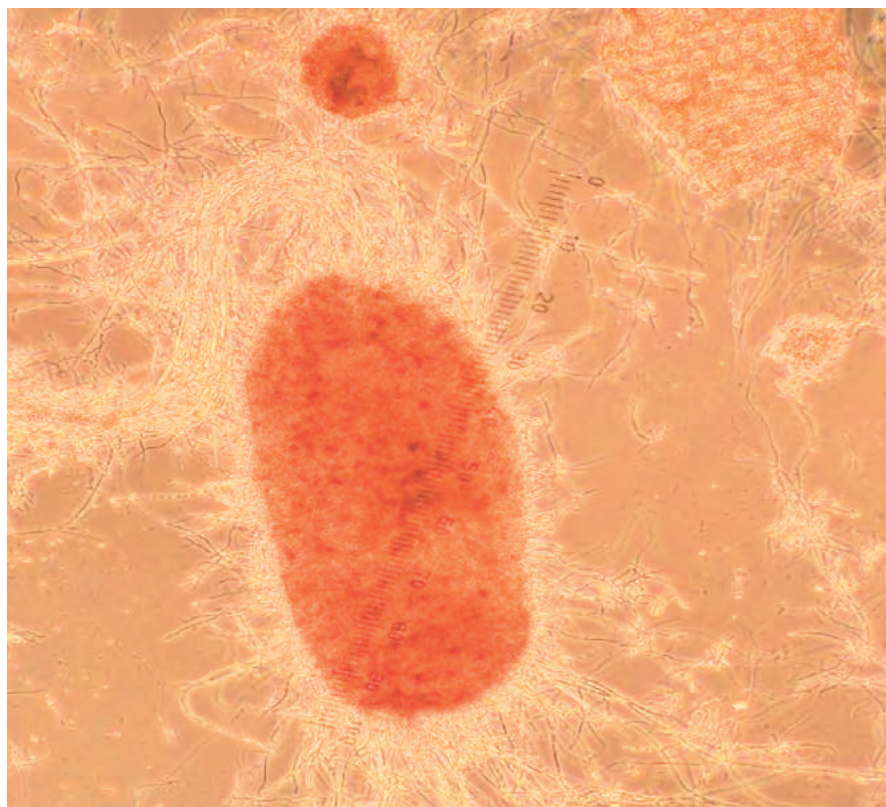


Figura 2. Microesclerocio producido por el hongo entomopatógeno *Metarhizium brunneum*.

España 2014-2020], varias empresas están trabajando para desarrollar un producto precomercial con el objetivo de su futuro registro y comercialización como producto micoinsecticida para el control de la mosca del olivo. Principalmente, se estudian dos tipos de propágulos fúngicos como posibles ingredientes activos para el producto precomercial, el primero a base de fermentación en sustrato sólido de conidios aéreos; este es el método de producción más extendido para HE utilizado tanto por empresas pequeñas como por grandes multinacionales. El producto final del proceso es el conidio aéreo seco. A pesar de esto, no deja de ser un proceso complejo que requiere el ajuste de varios factores entre los que se incluyen el sustrato, el tipo de fermentador o sistema a utilizar (bandejas, bolsas, otros), sistema de aireación, humedad inicial del sustrato, fuente y concentración del inóculo inicial o adición de factores nutricionales complementarios.

Un factor inherente es la capacidad esporulativa de la cepa a cultivar.

El segundo tipo de propágulos son los microesclerocios, que se consideran una estructura de supervivencia producida por varios hongos para contrarrestar condiciones nutricionales o medioambientales adversas, permaneciendo en dormancia hasta que las condiciones son adecuadas para el crecimiento. Consta de agregados hifales compactados y altamente melanizados, que sobre un sustrato adecuado puede dar lugar a conidios por procesos de esporulación (Figura 2). Varias especies de *Metarhizium* son capaces de producir microesclerocios en matraces y fermentador.

La aplicación de formulaciones constituidas por microesclerocios para el control de fitófagos que tienen su hábitat natural en el suelo, sería una estrategia factible e innovadora al introducir propágulos estables capaces de producir conidios infectivos *in situ*.

ARAW®

Araw®



ARAW®

TUS UVAS SON LAS MÁS BUSCADAS

PRODUCTO DESARROLLADO POR EDEN RESEARCH EXCLUSIVAMENTE PARA SIPCAM

- Fungicida de origen natural registrado.
- Excelente control de oídio y botritis.
- Máxima protección hasta el final.



sipcamiiberia.es

Uso reservado a agricultores y aplicadores profesionales. Lea siempre la etiqueta antes de usar el producto y siga las instrucciones.

SIPCAM
IBERIA

Bibliografía



- Garrido-Jurado, I., Fernández-Bravo, M., Campos, C., Quesada-Moraga, E. 2015. Diversity of entomopathogenic Hypocreales in soil and phylloplanes of five Mediterranean cropping systems. *Journal of Invertebrate Pathology*, 130, 97-106.
- Garrido-Jurado, I., Ruano, F., Campos, M., Quesada-Moraga, E. 2011c. Effects of soil treatments with entomopathogenic fungi on soil dwelling non-target arthropods at a commercial olive orchard. *Biological Control*, 59, 239-244.
- Garrido-Jurado, I., Torrent, J., Barrón, V., Corpas, A., Quesada-Moraga, E. 2011a. Soil properties affect the availability, movement, and virulence of entomopathogenic fungi conidia against puparia of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, 58, 277-285.
- Garrido-Jurado, I., Valverde-Gracia, P., Quesada-Moraga, E. 2011b. Use of a multiple logistic regression model to determine the effects of soil moisture and temperature on the virulence of entomopathogenic fungi against pre-imaginal Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Biological Control*, 59, 366-372.
- Kakani, E.G., Zygouridis, N.E., Tsoumani, K.T., Seraphides, N., Zalom, F.G., Mathiopoulos, K.D. 2010. Spinosad resistance development in wild olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) populations in California. *Pest Management Science*, 66, 447-453.
- Margaritopoulos, J.T.; Skavdis, G.; Kalogiannis, N.; Nikou, D.; Morou, E.; Skouras, P.J.; Tsitsipis, J.A.; Vontas, J. 2008. Efficacy of the pyrethroid alpha-cypermethrin against *Bactrocera oleae* populations from Greece, and improved diagnostic for an iAChE mutation. *Pest Management Science*, 64, 900-908.
- Quesada-Moraga, E., Navas-Cortés, J.A., Maranhao, E.A.A., Ortiz-Urquiza, A., Santiago-Álvarez, C. 2007. Factors affecting the occurrence and distribution of entomopathogenic fungi in natural and cultivated soils. *Mycological Research*, 111, 947-966.
- Santiago-Álvarez, C., Quesada-Moraga, E. 2007. The olive fruit fly. *Olea*, 26, 60-61.
- Yousef, M., Alba-Ramírez, C., Garrido Jurado, I., Mateu, J., Raya Díaz, S., Valverde-García, P., Quesada-Moraga, E. 2018. *Metarhizium brunneum* (Ascomycota; Hypocreales) Treatments Targeting Olive Fly in the Soil for Sustainable Crop Production. *Frontiers in Plant Science*. doi: 10.3389/fpls.2018.00001.
- Yousef, M., Garrido-Jurado, I., Quesada-Moraga, E. 2014. One *Metarhizium brunneum* strain, two uses to control *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 107(5), 1736-1744.
- Yousef, M., Garrido-Jurado, I., Ruíz-Torres, M., Quesada-Moraga, E. 2017. Reduction of adult olive fruit fly populations by targeting preimaginals in the soil with the entomopathogenic fungus *Metarhizium brunneum*. *Journal of Pest Science*, 90, 345-354.
- Yousef, M., Lozano-Tovar, M.D., Garrido-Jurado, I., Quesada-Moraga, E. 2013. Biocontrol of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) with *Metarhizium brunneum* and its extracts. *Journal of Economic Entomology*, 106(3), 1118-1125.
- Yousef, M., Quesada-Moraga, E., Garrido-Jurado, I. 2015. Compatibility of herbicides used in olive orchards with a *Metarhizium brunneum* strain used for the control of preimaginal stages of tephritids in the soil. *Journal of Pest Science*, 88(3), 605-612.
- Zalom, F.G., Van Steenwyk, R.A., Burrack, H.J., Johnson, M.W. 2003. Olive fruit fly (integrated pest management for home gardeners and landscape professionals). *Pest Notes*, University of California, Agriculture and Natural Resources, 74112.