MANEJO INTEGRADO DE LAS PLAGAS DEL OLIVO

Aplicaciones de los hongos entomopatógenos en el control de plagas del olivo con énfasis en *Bactrocera oleae* (Rossi)

Enrique Quesada-Moraga (Universidad de Córdoba, Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, ETSIAM, Córdoba, e-mail: equesada@uco.es)
Inmaculada Garrido-Jurado y Meelad Yousef (Ambos autores han contribuido de forma análoga en este manuscrito).

Los hongos entomopatógenos, en especial los ascomicetos mitospóricos, son un importante componente de la microbiota del olivar, tanto edáfico como de la planta e incluso la flora arvense, por lo que contribuyen a la regulación de las poblaciones de algunos fitófagos de este importante cultivo mediterráneo. En este trabajo se presentan los principales resultados de las investigaciones del Grupo AGR 163 "Entomología Agrícola" durante los últimos años sobre el empleo de estos hongos para el control de plagas del olivar, con especial importancia para la mosca del olivo, donde se ha desarrollado un método sostenible de control biológico que persigue la reducción de la población de adultos de primavera mediante la aplicación del hongo *Metarhizium brunneum* al suelo, debajo de la copa del árbol, cuando las larvas de tercera edad abandonan el fruto para pupar.

Las plagas del olivar y los hongos entomopatógenos

El conjunto de especies de insectos fitófagos que utilizan el olivo como fuente de alimentación, lugar de desarrollo, o ambas funciones, es importante; polífagas u oligófagas y un pequeño pero temible grupo de especies monófagas que representan una gran amenaza para el cultivo y su medio (De Andrés, 2001; Tzanakakis, 2006). La parte cosechable del cultivo es el fruto que se destina a la producción de aceite o al aderezo para su consumo en verde, por lo que su defensa es clave para garantizar la calidad del producto cosechado y la del aceite que se obtiene con el mismo. Aunque el fruto es atacado por al menos una docena de insectos, la especie que supone la mayor amenaza para el mismo en toda su área de extensión es el díptero tefrítido *Bactrocera oleae*(Rossi.) (Diptera; Tephritidae), porque junto a la reducción en rendimiento unitario de producción se unen las pérdidas críticas en calidad del aceite proveniente de aceitunas 'picadas', que pueden alcanzar el 80% del valor del aceite en algunas variedades (Zalom y col., 2003) (Figura 1).

Por ello, este temible díptero ocupa un lugar preferente en este trabajo, si bien dedicamos una sección del mismo al segundo insecto carpófago por orden de importancia, *Prays oleae* (Bernard) (Lepidoptera; Yponomeutidae). Por otro lado, existen algunos insectos que atacan a la madera y los brotes del olivo que van adquiriendo cada vez más importancia en términos de daño económico. Entre ellos, destacan *Euzophera pinguis* Haworth (Lepidoptera; Pyralidae), cuyo ataque es promovido por las heridas causadas al tronco y ramas de olivo por granizo, poda, recolección etc., y que se ha convertido en la última década en una de las plagas más importantes del olivar, por causar la muerte a olivos jóvenes y disminuir la de los adultos, así como el barrenillo del olivo, *Phloeotribus scarabaeoides* Bernard (Coleoptera; Curculionidae), plaga del olivo de importancia creciente, y cuyo manejo conlleva gran controversia.

Figura 1. Daños causados por *B. oleae*. Fotos: Meelad Yousef.

Los hongos entomopatógenos (HE) se encuentran en dos divisiones del reino Mycota, Entomophtoromycota y Ascomycota, donde se sitúan respectivamente los órdenes con más representantes, Entomophtorales e Hypocreales (Quesada-Moraga y Santiago-Álvarez, 2008). Los Entomophthorales se caracterizan por ser biotrofos obligados, de difícil multiplicación en medio artificial, lo que limita su empleo al control biológico por conservación, mientras que los ascomicetos mitospóricos, que también regulan de forma natural las poblaciones de insectos, son de fácil manejo y producción en masa, lo que facilita su empleo por inundación como micoinsecticidas. Los HE se ajustan a los principios de la sostenibilidad en agricultura, pueden utilizar en IPM y agricultura ecológica y son compatibles con otros métodos de control, así como respetuosos con el medio ambiente. Además, presentan algunas ventajas para el control de plagas

de olivo, tanto por su propia presencia natural y diversidad en el suelo y el filoplano del olivar, como por su modo de acción por contacto, único dentro de los microorganismos entomopatógenos, que lleva asociados efectos directos letales, así como subletales reproductivos y capacidad de autodiseminación, sin comprometer la fauna auxiliar del olivar.

Se dedica una sección a cada uno de los casos de estudio de control de plagas del olivo por medio de hongos entomopatógenos, sin olvidar su importancia natural en este agroecosistema y su bajo impacto para la fauna auxiliar del cultivo.

Presencia natural y diversidad en el olivar

Los ascomicetos mitospóricos entomopatógenos se encuentran de forma natural en el suelo, en las plantas, tanto en el filoplano como endófitos, y en los insectos, cuyas poblaciones regulan (Quesada-Moraga y col., 2014). El suelo es el hábitat natural de los HE, en el que constituyen un componente importante de la microflora. En este sentido, se ha detectado la presencia de HE en un 80% de los suelos de olivar de la península ibérica y el archipiélago balear (Quesada-Moraga y col., 2007), con predominio del género *Beauveria* Vuill., presente en el 55% de las muestras, y en menor medida, *Metarhizium* Sorok, en un 20% de las mismas. Además, recientemente se ha puesto de manifiesto la sorprendente y abundante presencia de estos hongos en el filoplano del olivo, tanto en explotaciones convencionales como en régimen de agricultura ecológica, con más riqueza y diversidad de estas especies fúngicas que otros ecosistemas (Garrido-Jurado y col., 2015).

Si se considera que el suelo es el lugar donde se desarrollan complejas interacciones hongo-fitófago, y en las zonas cercanas a la rizosfera se encuentran aquellas que relacionan hongo-fitófago-planta, el número de estudios sobre la influencia del manejo del suelo en olivar sobre su microbiota edáfico es escaso. A partir de cuarenta suelos pertenecientes a olivares con distinto manejo de cubierta vegetal se ha demostrado que la cubierta vegetal influye en la presencia de HE y que la frecuencia de encontrarlos es mayor en suelos desnudos, con independencia de que el suelo tenga un sistema de manejo tradicional, ecológico o proceda de acebuche. Además, la presencia de estos HE parece no tener influencia en las comunidades bacterianas presentes en la rizosfera de valiosa aplicación como agentes de control biológico frente a hongos fitopatógenos (Romero-Conde, 2011).

Los hongos entomopatógenos en el control de la mosca del olivo

Existen varias estrategias de aplicación de los HE para el control de la mosca del olivo, todas ellas exploradas con éxito por el Grupo de Investigación AGR 163 Entomología Agrícola en los últimos diez años.

Tratamientos adulticidas con suspensiones de conidios. El uso de los HE en tratamientos adulticidas con suspensiones de conidios consiste en poner los conidios del hongo en contacto con el tegumento del insecto. Una vez que aquellos germinan, las hifas de penetración colonizan el hemocele, con consecuencia de muerte para el insecto por utilización de los nutrientes, invasión de sus tejidos y órganos. A este respecto, la cepa EAMa 01/58-Su del hongo entomopatógeno *M. brunneum* ha mostrado gran virulencia frente a la mosca del olivo desde el laboratorio hasta su aplicación en pleno campo durante seis campañas agrícolas consecutivas (Yousef y col. 2013; 2014). La CL50 de esta cepa frente a adultos de *B. oleae* es de 7.0×10^6 conidios/ml y el

Figura 2. Pupario (izquierda) y adulto de *B. oleae* infectados por la cepa EAMa 01/58-Su de *M. Brunneum*.

tiempo letal medio (TL50) 6.2 días, a lo que se une más del 90% de cadáveres con esporulación del hongo, lo que contribuye a su autodiseminación (Figura 2). Además, los tratamientos de suelo contra larvas de *B. oleae* de tercera edad próximas causan la muerte a un 70% de las pupas (Figura 2), con CL50 de 1.0×10^7 conidios/ml (Yousef y col. 2013; 2014), lo que revela una actividad más alta de esta cepa frente a preimaginales de *B. oleae* que frente a otros tefrítidos (Quesada-Moraga y col., 2006). También la cepa EAMa 01/58-Su presenta gran virulencia sobre adultos de *B. oleae*, con CL50 de 7.0×10^6 conidios/ml, y TL50 de 6.2 días, también con altos porcentajes de esporulación en cadáveres, lo cual permitiría reducir la población de adultos en campo antes de la primera puesta, momento crítico de ataque del insecto

Tratamientos adulticidas con extractos fúngicos. El potencial de los HE para el control de tefrítidos, hoy en día, no solo reside en su virulencia frente a estados preimaginales y adultos, sino también en su capacidad para secretar nuevas moléculas insecticidas de origen natural para el control de adultos (Yousef y col. 2013, 2014). Los extractos crudos de las cepas EAMb 09/01-Su y EAMa 01/58-Su del hongo entomopatógeno *M. brunneum*que, que ya habían revelado su actividad adulticida frente a la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* Wied. (Quesada-Moraga y col., 2006), también son activos frente a adultos de la mosca del olivo. La concentración letal media CL50 del extracto bruto de quince días de fermentación de la cepa EAMb 09/01-Su de *M. brunneum* frente a adultos de *B. oleae* fue del 49.9 % del mismo, cuya fotorresistencia y la termoestabilidad también han sido demostradas (Yousef y col. 2013; 2014). El extracto bruto de la cepa EAMb 09/01-Su de *M. brunneum* presenta actividad insecticida *per os* frente a adultos de *B. oleae*; en concreto, el valor más bajo de tiempo medio de supervivencia se obtuvo al aplicar un extracto de quince días de fermentación, 27.7 horas y 80.0 % de mortalidad frente a *B. oleae* (Yousef y col. 2013; 2014), lo que sitúa a este extracto entre los más tóxicos frente a adultos de tefrítidos, tanto procedentes de plantas como microorganismos (Yousef y col. 2013; 2014). En definitiva, La cepa EAMa 09/01-Su de *M. brunneum* presenta un efecto dual, por su virulencia y por la actividad de su extracto, ambos con efecto aditivo, lo que permitiría recomendar el empleo de la CL50 de la suspensión fúngica y una hora de exposición al extracto crudo para minimizar los posibles riesgos ambientales asociados a ambos.

Tratamientos de suelo dirigidos a estados preimaginales. El control de los estados preimaginales de la mosca del olivo que se encuentran en el interior del fruto es una práctica muy difícil y de alto riesgo ya que hasta la fecha se han utilizado insecticidas organofosforados para obtener una acción sistémica frente a huevos y larvas que se desarrollan dentro del fruto, estrategia que genera problemas de residuos, además de presentar plazos de seguridad muy largos. Sin

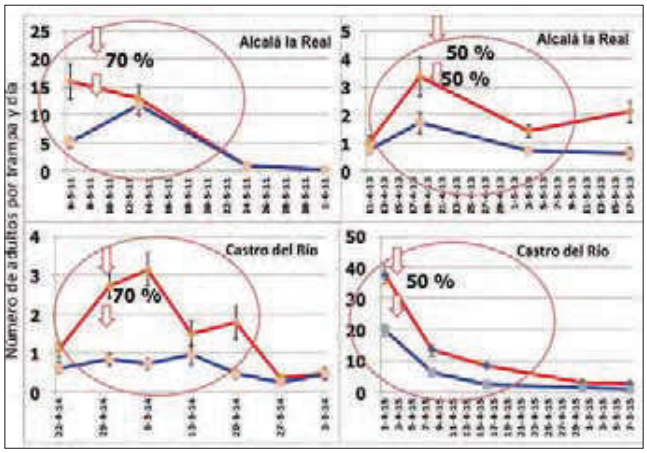

Figura 3.Densidad de la población de la mosca del olivo en fincas tratadas (azul) y control (rojo) tras la aplicación de la cepa EAMa 01/58-Su de *M. brunneum* en el suelo bajo la copa del árbol durante cuatro campañas agrícolas en diferentes fincas situadas en Jaén y Córdoba.

embargo, la fase del ciclo biológico de este tefrítido 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 tefrítidos, 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 (Ekesi y col. 2007). A tal efecto, los HE pueden ser aplicados al suelo bajo la proyección de la copa del árbol, donde los conidios permanecen el tiempo necesario para llevar a cabo su acción patogénica (4-5 meses), para originar una importante reducción de la población de estados preimaginales y, por consiguiente, la de la siguiente generación de adultos de primavera. Más allá, en ensayos de campo llevados a cabo en las provincias de Jaén, Granada, Córdoba y Tarragona, se ha demostrado la eficacia de los tratamientos de suelo con la cepa EAMa 01/58-Su de *M. brunneum* debajo de la copa del árbol, dirigidos a las larvas de tercera edad que caen al suelo para pupar, con una reducción de la población de adultos de primavera del 50% a 70 % en las parcelas tratadas comparadas con las parcelas testigo (Yousef y col. 2017) (Figura 3). Se trata de la primera descripción de un método biológico y eficaz a nivel práctico frente a la mosca de olivo.

Además, esta cepa EAMa 01/58-Su ha mostrado ser compatible en ensayos de laboratorio con la mayoría de los herbicidas autorizados en Producción Integrada (Yousef y col., 2015), lo que podría permitir la aplicación simultánea de este hongo con el herbicida en el mismo tanque para reducir el coste de aplicación. De hecho, se ha evaluado en pleno campo la compatibilidad de esta cepa con el herbicida oxifluorfen mezclado en el tanque del atomizador, lo que ha permitido, tras su aplicación al suelo, una reducción de la densidad de la población de adultos de primavera de un 50% comparado con suelo no tratado. Además, la concentración de conidios encontrados en suelos tratados con oxifluorfen fue de 5.0×10^4 conidios/g y no difirió significativamente del control. Estos niveles descendieron durante el transcurso del experimento, hasta alcanzar niveles basales (1.6×10^3 conidios por gramo de suelo) cuatro meses después del mismo.

El conjunto de estos resultados a lo largo de seis años refleja la adaptación de este método de control de la mosca del olivo a las diferentes condiciones climáticas y la posibilidad de una pulverización al suelo simultáneamente con el herbicida debajo de la copa del árbol, que reduce costes de aplicación.

Figura 4. Larva de *E. pinguis* infectada por la cepa EABb 08/04-Ep de *B. bassiana* (izquierda) Foto E. Quesada-Moraga. Aplicación de la cepa a heridas en el tronco como medida de protección frente al pirálido (derecha). Foto: A. Estevez.

Los hongos entomopatógenos en el control del prays del olivo

Los trabajos realizados en colaboración con el equipo del Dr. Alberto Pereira, del Instituto Politécnico de Braganza, en Portugal, en la región de Trás-os-Montes, ponen de manifiesto la incidencia natural de *B. bassiana* en larvas y pupas de *P. oleae*, aunque la diversidad y abundancia del hongo difirió entre las tres generaciones, mayor en la generación carpófaga, seguida por las generaciones antófaga y filófaga (Oliveira y col. 2012; 2013). Además, se constata también que los olivares con cubierta natural presentan las condiciones más adecuadas para aumentar la probabilidad de infección por *P. oleae* por *B. bassiana* (Oliveira y col. 2012; 2013). Estos resultados podrían permitir el desarrollo de nuevas estrategias para el control biológico de esta importante plaga. A este respecto, ensayos realizados en la provincia de Jaén en colaboración con la empresa Nutesca S.L. revelan el gran potencial de la cepa EABb 08/04-Ep de *B. bassiana* aplicada mediante pulverización, frente a la generación antófaga de la prays, con porcentajes de reducción de población del 75-100%.

Los hongos entomopatógenos en el control de *E. pinguis*

Las poblaciones naturales *E. pinguis* en la provincia de Jaén padecen la incidencia natural del *B. bassiana* en estado larvario, lo que permitió el aislamiento de la cepa EABb 08/04-Ep en 2008 (Quesada-Moraga y col., 2013) (Figura 4). La cepa ha permitido el desarrollo de un método de control patentado (Method for protecting woody plants against *Euzophera pinguis* WO 2011128473 A1), basado en la aplicación de suspensiones del hongo en heridas de poda para reducir la población larvaria (Quesada-Moraga y col., 2013) (Figura 4).

Los experimentos se realizaron en campo olivares de Jaén, durante las campañas 2008, 2009 y 2011, con tratamientos de primavera y otoño, para evaluar la eficacia del tratamiento de heridas con la cepa EABb 08/04-Ep de *B. bassiana*, aplicada sobre heridas de poda de 30 x 30 mm. Aproximadamente el 80% y el 40%-60% de las heridas de los tratamientos testigo contenían larvas vivas en los ensayos realizados durante la primavera y el otoño, respectivamente. El tratamiento de las heridas con *B. bassiana* proporcionó niveles de protección

Tiempos difíciles... soluciones de confianza

COBRE NORDOX®

Más de 50 años de experiencia en la protección del olivar

MASSÓ

COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.
Viladomat, 321, 5º - 08029 Barcelona
Tel. 93 495 25 00 - Fax 93 495 25 02
E-mail: masso@cqm.es
www.massoagro.com

MASSÓ AGRO DEPARTMENT

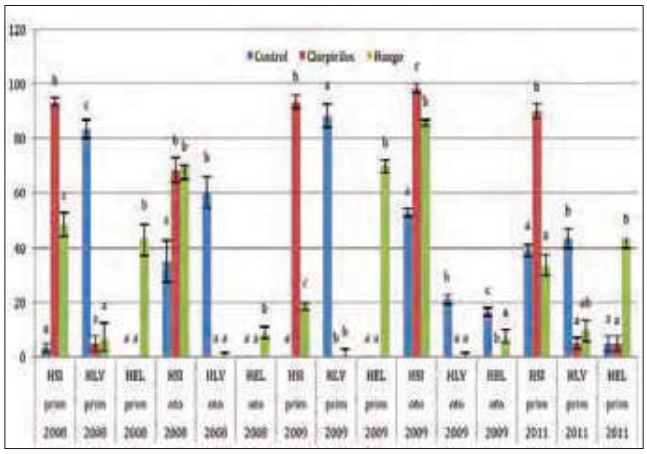

Figura 5. Eficacia de la cepa EABb 08/04-Ep de *B. bassiana* aplicada sobre heridas de poda de 30 x 30 mm durante tres campañas agrícolas. Heridas sin ataque de *E. pinguis* (HSI); Heridas con larvas vivas de *E. pinguis* (HLV); Heridas sin larvas de *E. pinguis* pero con signos de excavación larval (HEL). Valores medios en las columnas para cada tipo de herida, tratamiento y año seguidos de la misma letra indican que no existieron diferencias significativas (P≤0.05) en el test de Tukey.

similares a los del clorpirifos durante todo el experimento, que fueron del 80-85% en primavera y 90-95% en otoño (Figura 5). Al final de cada ensayo de campo, aproximadamente sesenta días después del tratamiento, se constató la presencia del inóculo fúngico en el 60%-90% de las heridas. Estos resultados indican que la cepa EABb 08/04-Ep, aplicada a las heridas de poda, puede ser una herramienta eficaz para el control microbiano de *E. pinguis* en olivar, incluso integrándola con otras medidas en función de la densidad de la población de la polilla (Quesada-Moraga y col., 2013).

Los hongos entomopatógenos en el control de *P. scarabaeoides*

El barrenillo del olivo, *P. scarabaeoides*, es una plaga del olivar que en los últimos años ha adquirido una importancia creciente. Este insecto está perfectamente adaptado al cultivo del olivo y es capaz de reproducirse en la leña procedente de la poda. Las larvas permanecen en el interior de la madera en galerías subcorticales y, una vez alcanzado el estadio de adulto, estos emergen de los leños y se dirigen a los olivares cercanos. Es en ese momento cuando causan el daño al olivo al alimentarse en galerías nutricias que realizan en las zonas de inserción de ramas, hojas, inflorescencias y frutos, provocando normalmente la caída del órgano atacado. Las alternativas para el control de este insecto son escasas: medidas culturales como el adelanto de la poda, la destrucción de restos de poda, o su triturado e incorporación al suelo, pero sobre todo, insecticidas químicos. Hasta la fecha no se ha desarrollado ningún método de control biológico, pero recientemente, se ha investigado el potencial de los hongos para el control del escolítido (García-Vega y col., 2016). Los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *M. brunneum* son eficaces para el control del insecto en tratamientos mediante inmersión, pero, sobre todo, cuando se aplican a la leña procedente de la poda (Figura 6) (García-Vega y col., 2016). Los leños tratados con el hongo resultaron menos aptos para el barrenillo a la hora de realizar en ellos la puesta, y se observó que los insectos podían infestarse con el hongo a través del contacto con los mismos.

Figgura 6. Cadáveres de *P. scarabaeoides* infectados por *B. bassiana*, izquierda, y por *M. brunneum*, derecha. Fotos: Julián García-Vega.

Figura 7. A) Trampa de caída situada bajo la copa del olivo. B) y C) Cámaras húmedas de dos de las familias, Araneae y Formicidae, halladas con mayor frecuencia en los muestreos.

Efecto de los hongos entomopatógenos en la fauna auxiliar del olivar

El éxito en el control en campo de las distintas plagas del olivar mediante el empleo de HE depende en parte de la presencia del inóculo en el medio, que puede alcanzar hasta 10^4 conidios/g de suelo (Scheepmaker y Butt, 2010). Estos son los niveles basales que este tipo de microorganismos deben conseguir tras su aplicación al suelo, como recoge la normativa europea en los Principios Uniformes formulados en el punto 2.7.7. del Reglamento (UE) No 546/2011 de la Comisión de 10 de junio de 2011. Al estar permanentemente en el medio, las posibilidades de que entren en contacto con algún artrópodo aumentan considerablemente. Generalmente, los aislados de estos hongos tienen un alto grado de especificidad por su hospedante (Inglis y col., 2001), aunque a veces pueden extender su acción a especies del mismo género o familia (Quesada-Moraga y col., 2008). No obstante, es posible que algunos de los aislados fúngicos seleccionados por su actividad insecticida, frente a alguna de las plagas anteriormente mencionadas del olivar, puedan ser patogénicos para insectos de distinto orden y artrópodos no diana (Goettel y Jaronski, 1997; Hajek y Goettel, 2000).

El olivar da soporte un gran número de artrópodos edáficos, si bien estos se encuentran dominados numéricamente por la familia Formicidae (Morris y Campos, 1999; Santos y col., 2007). Las aplicaciones al suelo bajo la copa del olivo con la cepa EAMa 01/58-Su de *M. brunneum*a en un olivar ecológico no mostraron efectos sobre la fauna auxiliar recogida con trampas de caída (Figura 7A), pues ninguno de los 12338 individuos evaluados de 16 órdenes diferentes mostraron signos de infección por el hongo (Figura 7B) (Garrido-Jurado y col., 2011).

Las hormigas, además de ser el elemento predominante del olivar, juegan un gran papel como bioindicadores, pues responden a un amplio rango de alteraciones medioambientales. Son capaces de indicar la buena preservación del medio. De ellas, *Tapinoma nigerrimum* (Nylander) es la especie más frecuente que anida en el suelo del olivar y es elegida en numerosas ocasiones en estudios

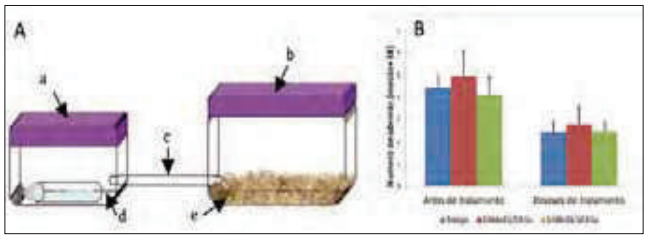

Figura 8: A) Hormiguero experimental: a) nido (8x 15 x 8 cm), b) cámara de alimentación (10 x 20 x 12 cm), c) tubo de conexión (8 x 1 cm), d) tubo para el aprovisionamiento de agua, y e) 150 g de tierra. B) Patrón de actividad de obreras de *T. nigerrimum* (número medio de obreras que pasan por el tubo de unión entre el nido y la cámara de alimentación durante 5 minutos) antes y después de la realización del tratamiento con los hongos entomopatógenos EAMa 01/58-Su de *M. brunneum* y EABb 01/103-Su de *B. bassiana*.

de actividad (Redolfi y col., 2002). Algunas especies de hormigas han mostrado ser susceptibles a los hongos entomopatógenos (Siebeneicher y col., 1992; Rodrigues y col., 2010), si bien ninguna de las presentes en el olivar se ha visto afectada por ellos tanto en ensayos de campo como en laboratorio (Garrido-Jurado y col., 2011). El patrón de actividad de *T. nigerimum* antes y después del tratamiento con las cepas EAMa 01/58-Su de *M. brunneum* y EABb 01/103-Su de *B. bassiana* en nidos experimentales (Figura 8A) no mostró diferencias significativas entre ambos grupos (MGL, medidas repetidas; $p<0,05$) (Figura 8B). Además, no se encontraron signos de diseminación del inóculo por las mismas.

Por otro lado, el depredador generalista *Chrysoperla carnea* Stephens es uno de los depredadores de artrópodos que se encuentran con mayor frecuencia en el olivar. Esta especie es conocida desde hace años por controlar de manera natural varias plagas del olivar como la polilla del olivo *P. oleae* y la cochinilla de la tizne *Saissetia oleae* Bern. (Homoptera; Coccidae) (Campos, 1986). Ensayos preliminares de hongos entomopatógenos sobre varios estados pre-imaginales del depredador han mostrado mortalidades de 17.9% de larvas L3 del crisópido al aplicarse una suspensión de 1.0×10^8 conidios/ml del aislado EAMa 01/58-Su de *M. brunneum*, así como ausencia de diferencias entre huevos eclosionados, en la duración del tiempo de desarrollo de varios estadios larvarios y en fertilidad de las hembras (Porcel y col., 2011).

Por último, el himenóptero bracónido *Psyttalia concolor* (Szepligeti) tiene un notable efecto sobre las poblaciones de la mosca del olivo (Quesada-Moraga y col., 2009). Este parasitoide es un enemigo natural que se encuentra ampliamente distribuido en el olivar. Ensayos realizados para evaluar la cepa EAMa 01/58-Su de *M. brunneum*a en la concentración de 1.0×10^8 conidios/ml frente al parasitoide mostraron una mortalidad de adultos de *P. concolor* de 21.6 %, con el 13.3 % de crecimiento fúngico en los cadáveres de los parasitoides (datos no publicados).

Agradecimientos: Los trabajos sobre el control microbiano de la mosca del olivo y el abichado que se describen en este documento nunca podrían haberse llevado a cabo sin la participación y consejo del Dr. Manuel Ruiz Torres, del Departamento de Entomología en Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de Jaén. También agradecemos a la Dra. Mercedes Campos, de la Estación Experimental del Zaidín, con la que llevamos a cabo una colaboración definitiva para evaluar el efecto de los hongos entomopatógenos sobre la fauna auxiliar del olivo. Estos trabajos no hubieran sido posibles sin la financiación del proyecto P11-AGR-7681 de la Junta de Andalucía, así como sin la procedente del Programa LiderA financiado por la Unión Europea a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) y por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía a través del Grupo de Desarrollo del Guadajoz-Campiña Este de Córdoba y el Campus Internacional de Excelencia Agroalimentaria ceiA3.

BIBLIOGRAFÍA

Campos M (1986) Influencia del complejo parasitariosobre las poblaciones de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera, Chrysopidae) en olivares del sur deEspaña. Neuroptera International 4: 97-105

De Andrés F (2001) Enfermedades y plagas del olivo 1a parte, Jaén

Ekesi S, Dimbi S, Maniania NK (2007) The role of entomopathogenic fungi in the integrated management of fruit flies (Diptera: Tephritidae) with emphasis on species occurring in Africa. En: Ekesi S, Maniana NK (eds) Use of entomopathogenic fungi in biological pest management. Research SignPosts, Trivandrum, pp 239-274

García-Vega J,Quesada Moraga E, Campos M (2016). Control biológico del barrenillo del olivo (*Phloeotribus scarabaeoides*), mediante hongos entomopatógenos. Phytoma España 281: 42-46

Garrido-Jurado I, Ruano F, Campos M, Quesada-Moraga E (2011) Effects of soil treatments with entomopthogenic fungi on soil dwelling non-target arthropods at a commercial olive orchard. Biological Control 59:239-244

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

Goettel MS, Jaronski ST (1997) Safety and registration of microbial agents for control of grasshoppers and locusts. Memoirs of the Entomological Society of Canada, 83-99

Hajek AE, Goettel MS(2000) Guidelines for evaluating effects of entomopathogens on nontarget organisms. En: Lacey LA, Kaya HK (eds.) Manual of field techniques in insect pathology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 847-868

Inglis GD, Goettel MS, Butt TM, Strasser H(2001) Use of hyphomycetous fungi for managing insect pest. En: Butt TM, Jackson C, Magan N (eds.) Fungi as biocontrol agents. Progress, problems and potential. CABI publishing, Wallingford, UK., pp. 23-70

Morris T, Campos M (1999) Entomofauna depredadora del suelo del olivar. Zoologica Baetica 10: 149–160

Oliveira JA, Pereira JA, Lino-Neto T, Baptista P (2012) Fungal Diversity Associated to the Olive Moth, *Prays Oleae* Bernard: A Survey for Potential Entomopathogenic Fungi. Microbial Ecology 63: 964-974

Oliveira I, Pereira JA, Bento A, Baptista P, Quesada-Moraga E, Lino-Neto T (2013) Effect of soil tillage on natural occurrence of fungal entomopathogens associated to *Prays oleae* Bern. Scientia Horticulturae 159:190-196