



Uso de controladores biológicos
para el manejo de plagas en
huertos de arándano y frambueso

3
Capítulo



Capítulo 3.

Uso de controladores biológicos para el manejo de plagas en huertos de arándano y frambueso

María Esperanzana Sepúlveda S.
mesepulve@inia.cl

3.1. Antecedentes generales

El interés por alimentos más sustentables, obtenidos bajo prácticas amigables con el medio ambiente, y a su vez inocuas para consumidores, ha llevado a investigadores(as) y agricultores(as) a buscar nuevas estrategias para el control de plagas. En este sentido, el control biológico resulta una alternativa eficiente para contrarrestar la acción de distintas plagas de importancia agrícola presentes en los berries.

El control biológico, en términos generales, consiste en la utilización de organismos vivos para el manejo de plagas, enfermedades y malezas. Una de las definiciones de control biológico, realizada por DeBach en 1946, lo define como “la acción de parásitos, depredadores y patógenos en mantener la densidad de la población de otro organismo a un nivel más bajo del que ocurriría en su ausencia”. Aunque su uso no es reciente a nivel mundial, en las últimas décadas se ha observado un gran crecimiento en Chile, tanto a nivel de investigación, desarrollo de productos y uso por parte de los productores agrícolas, existiendo distintas alternativas dependiendo del organismo plaga que se desee controlar.

Los organismos más conocidos y utilizados como agentes biocontroladores son depredadores y parasitoides. Sin embargo, existe un amplio grupo de microorganismos entomopatógenos, tales como bacterias, virus, nemátodos y hongos, siendo este último grupo uno de los más estudiados en Chile.

Los hongos entomopatógenos son capaces de infectar a los insectos plaga, causándoles una enfermedad y provocando su muerte. Existen numerosos géneros, siendo los más comunes *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*.

3.2. Hongos Entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos son microorganismos que actúan como agentes patógenos de insectos. Esta capacidad de generar enfermedades en insectos permite su uso como bioinsecticidas o insecticidas microbianos.

Su uso se remonta a los años 1870, aproximadamente, cuando se realizaron las primeras evaluaciones y aplicaciones en distintos cultivos en Rusia; sin embargo, su uso se ha incrementado en los últimos 20 años, debido a la preocupación por la contaminación ambiental producida por productos químicos y la generación de plagas resistentes a insecticidas. En nuestro país, la investigación con hongos entomopatógenos (HEP) comenzó en el año 1996, con los primeros trabajos de colecta a lo largo de todo el territorio nacional, lo que permitió dar inicio a la colección de hongos entomopatógenos de INIA. Esta ha sido la base para numerosas investigaciones, evaluando la capacidad patogénica de estos microorganismos para el control de distintas plagas agrícolas, forestales y urbanas, en búsqueda de alternativas sustentables que permitan su uso como una alternativa dentro de un programa de manejo integrado de plagas.

La principal especie de hongo entomopatógeno estudiada es *Metarhizium anisopliae*, distribuida mundialmente, y que ha sido aislada tanto desde insectos infectados como desde el suelo de todos los continentes, siendo el primer hongo entomopatógeno masificado y utilizado para el control de plagas. Se caracteriza por sus conidias cilíndricas y verdes (Foto 3.1.), producidas en cadenas que forman una densa y compacta capa de esporas.



Foto 3.1. *Metarhizium anisopliae* mostrando sus: a) conidias cilíndricas observadas al microscopio electrónico; y b) conidias creciendo en placas de cultivo, con su característico color verde.

3.3. Modo de acción

El ciclo de infección de un hongo entomopatógeno comienza cuando una conidia entra en contacto con la cutícula de un insecto susceptible, formando un tubo germinativo (Foto 3.2.) que permitirá el ingreso del hongo al hemocele gracias a una serie de enzimas que degradan la cutícula del hospedero. Una vez en el interior del cuerpo del insecto, el hongo comienza a colonizar distintos órganos, liberando toxinas que inhiben el desarrollo fisiológico y finalmente provocan la muerte al insecto.

De este proceso de germinación dependerá el éxito de la primera etapa de infección, proceso en el cual es fundamental la degradación de la cutícula del insecto, y en el que se encuentran implicadas varias enzimas como lipasas, proteasas y quitinasas que hidrolizan la cutícula del insecto. Estas están condicionadas por los mecanismos de invasión del hongo y por la composición de la cutícula, existiendo una relación entre la actividad enzimática de estos microorganismos, y su patogenicidad hacia el insecto a controlar.

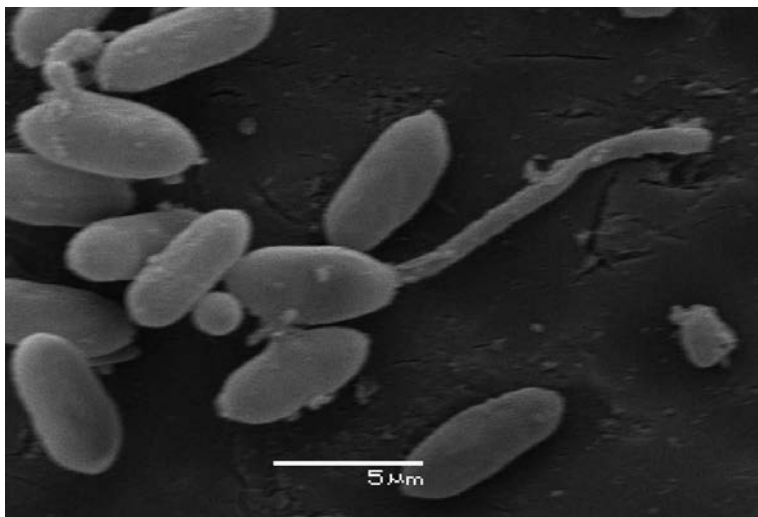


Foto 3.2. Conidia de *Metarhizium anisopliae* observada desde microscopio electrónico con tubo germinativo desarrollado, penetrando la cutícula de un insecto hospedero.

La virulencia y especificidad de los aislamientos de hongos entomopatógenos depende, en gran medida, de la habilidad de producir este complejo enzimático, como una respuesta a la conformación específica de la cutícula de una determinada especie de insecto, siendo esta selectividad una ventaja de los hongos entomopatógenos.

Una vez que el hongo ha degradado la cutícula del insecto y se encuentra en el hemocele, comienza la colonización y la producción de toxinas, entre las que destacan las destruxinas, que poseen propiedades insecticidas. Estas toxinas ejercen un importante rol en el debilitamiento del sistema inmunológico, daño al sistema muscular y tubos de Malphigi, afectando la excreción y dificultando la movilidad, todo lo cual altera los mecanismos de defensa comportamental del insecto. En efecto, aislamientos de *Metarhizium* que producen mayores cantidades de destruxinas, serían más virulentos. En *Metarhizium anisopliae* se ha observado una gran variabilidad intraespecífica, incluso entre cepas provenientes de una misma área geográfica, en cuanto a características morfológicas, adaptación a condiciones ambientales, actividad catalítica de este complejo enzimático y producción de toxinas, dando lugar a cepas con distintos niveles de virulencia y con la capacidad de patogenizar, de manera específica, algunos hospederos.

Estas características condicionan el uso de hongos entomopatógenos a una correcta identificación de la plaga, para, de esta forma, poder utilizar el aislamiento correcto o más efectivo. Una vez que las toxinas actúan sobre el insecto y provocan su muerte, el hongo continúa creciendo y colonizando. En esta etapa es posible observar el insecto momificado para, finalmente, atravesar la cutícula hacia el exterior. En el caso de larvas, el cuerpo queda completamente cubierto por micelio y conidias, a diferencia del cuerpo de insectos adultos, en los que el hongo se observa creciendo hacia afuera en las regiones intersegmentales (Fotos 3.3. y 3.4.).



Foto 3.3. Larva infectada con *Metarhizium anisopliae*, mostrando su cuerpo cubierto de micelio y conidias.



Foto 3.4. Insecto adulto infectado con *Metarhizium anisopliae*, mostrando el crecimiento de micelio a través de las regiones intersegmentales.

3.4. Producción de hongos entomopatógenos en INIA

En INIA Quilamapu, desde 2008 el Centro Tecnológico de Control Biológico desarrolla distintas líneas de trabajo en esta especialidad, siendo los hongos entomopatógenos BioINIA® una de ellas (Foto 3.5.).



Foto 3.5. Etiquetas de los productos BioINIA® para el control de diferentes plagas en frutales.

Parte del trabajo con hongos entomopatógenos desarrollado se ha concentrado en la búsqueda, evaluación y selección de cepas para el control de distintas plagas. Sin embargo, los mayores avances se presentan en cepas para el control de plagas subterráneas que afectan a berries (Cuadro 3.1.).

Cuadro 3.1. Hongos entomopatógenos disponibles para el control de plagas subterráneas.

<i>Aegorhinus superciliosus</i>	Cabrito de la frambuesa
<i>Sericoides viridis</i>	Pololo dorado
<i>Phytoloema herrmanni</i>	Pololo café
<i>Hylamorpha elegans</i>	Pololo verde
<i>Naupactus xanthographus</i>	Burrito de la vid
<i>Otiorhynchus sulcatus</i>	Gorgojo de los invernaderos
<i>Pseudococcus viburni</i>	Chanchito blanco
<i>Asynonychus cervinus</i>	Capachito de los frutales
<i>Aegorhinus nodipennis</i>	Cabrito del maitén

Miles han sido los productores, especialmente en la zona centro sur de Chile, que en el último tiempo han optado por este tipo de tecnologías como parte del manejo integrado de plagas. Dentro de todas, las principales plagas controladas han sido cabrito de la frambuesa, pololo dorado y pololo verde.

Después de años de investigación y de validación en terreno, algunas de las ventajas que resaltan en los hongos entomopatógenos apuntan a que:

- son amigables con el medio ambiente ya que no son tóxicos ni contaminantes,
- son seguros para los aplicadores,
- no afectan a enemigos naturales ni insectos polinizadores,
- son específicos.

Para el correcto uso y adopción de este tipo de herramienta de control biológico, es necesaria la capacitación y transferencia tecnológica, labor constante que también se realiza desde el Centro Tecnológico de Control Biológico de INIA.

3.5. Estrategias de aplicación

Antes de utilizar hongos entomopatógenos BioINIA® es preciso realizar un monitoreo de las plagas presentes en el huerto, para identificar, de manera precisa, aquellas especies que es necesario controlar, considerando que los hongos entomopatógenos son específicos. La etapa del insecto más susceptible a la aplicación de estos microorganismos es la larva, por lo que las aplicaciones de otoño son las que alcanzarán mejores resultados.

Para la aplicación de hongos entomopatógenos, hay que tener en cuenta que son microorganismos sensibles a la radiación UV y a las altas temperaturas, por lo que las aplicaciones se deben realizar durante días nublados, antes de una lluvia, o al atardecer de días soleados. Además, es necesario planificar la aplicación, evitando que coincida con otros productos aplicados en el huerto.

Es recomendable realizar un monitoreo entre 7 y 14 días posteriores a la aplicación de los hongos, para detectar los insectos parasitados y determinar si es necesario repetir la aplicación. La permanencia del hongo entomopatógeno en el suelo dependerá de la textura, materia orgánica, humedad, y del manejo agronómico del huerto.

Las aplicaciones deben realizarse asociadas al monitoreo e identificación de las plagas cada temporada.

3.6. Consideraciones finales

Por tratarse de microorganismos, es necesario tener algunos cuidados durante las etapas de traslado, almacenaje, preparación y aplicación, entre los que destacan:

- evitar exposición a la luz solar,
- mantenerlos refrigerados,
- no mezclar con otros productos fitosanitarios.

Literatura consultada

Alves, S. B., J. E. Almeida, A. Minor Jr., y L. F. Alves 1998. Técnicas de laboratorio. p 637-710. In S. B. Alves (ed). Controle microbiano de insetos. 2nd ed. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil.

Boldo, J.T., Junges, A., Amaral, K. B., Staats, C. C., Vainstein, M.H. and Schrank, A. 2009. Endochitinase CHI2 of the biocontrol fungus *Metarhizium anisopliae* affects its virulence toward the cotton stainer bug *Dysdercus peruvianus*. *Curr. Genet.* 55:551-560.

Charnley, A. K. 2003. Fungal pathogens of insects: Cuticle degrading enzymes and toxins. *Advanced in Botanical Research.* 40:241-321.

Bridge, P. D., Prior, C., Sagbohan, J., Lomer, C. J. and Buddie, A. 1997. Molecular characterization of isolates of *Metarhizium* from locust and grasshoppers. *Biodiversity and conservation.* 6(2):177-189.

De Bach, Reinhold. 1946. The Scope of Biological Control. En "Biological Control of Insect Pests and Weeds". P. Publish. Corp., New York.

Frazzon, A. P., Vaz Junior, I., Masuda, Schrank, A. and Vainstein, M. H. 2000. In vitro assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. *Vet. Parasitol.* 94:117-125.

Kershaw, M. J., Moorhouse, E. R., Bateman, R., Reynolds, S. E. and Charnley, A. K. 1999. The role of destruxins in the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for three species of insects. *J. Invertebr. Pathol.* 74:213-223.

Pal, S., St Leger, R. J. and Wu, L. P. 2007. Fungal peptide destruxin A plays a specific role in suppressing the innate immune response in *Drosophila melanogaster*. *J. Biol. Chem.* 282:8969-8977.

Roberts, D. and St. Leger, R. 2004. *Metarhizium* spp, Cosmopolitan Insect-Pathogenic Fungi: Mycological Aspects. In: *Advances in Applied Microbiology*, Volume 54. Elsevier Inc.

Salazar P, Ana María, Gerding G, Macarena, France I, Andrés, Campos P, Jorge, Gerding P, Marcos, & Sandoval E, Marco. (2007). Desplazamiento de Conidias de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* en Columnas de Tres Series de Suelo. *Agricultura Técnica*, 67(3), 236-243.

Schrank, A. and Vainstein, M. 2010. *Metarhizium anisopliae* enzymes and toxins. *Toxicon.* 56(7):1267-1274.

Sree, K. S; Padmaja, V. and Murthy, L. N. 2008. Insecticidal activity of destruxin, a mycotoxin from *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales) against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest. Manag. Scie.* 64:119:125.

Tanada, Y. and Kaya, H. K. 1993. *Insect pathology*. Academic Press. New York, USA.

Tigano-Milani, M., Gomes, A. M.; Sobral, B. 1994. Genetic variability among Brazilian isolates of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *J. Invertebr. Pathol.* 65:206-210.

Wang, C. S., Typas, M.A. y Butt, T.M. 2002. Detection and characterization of pr1 gene deficiencies in the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *FEMS Microbiol. Lett.* 213:251-255.