



FICHA TÉCNICA **CB-04**

**HONGOS ENTOMOPATÓGENOS
PARA EL COMBATE DE LA
GALLINA CIEGA**

CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA
DEPARTAMENTO DE CONTROL BIOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

En México el complejo «gallina ciega» está compuesto, por más de 1200 especies incluidas en las subfamilias Melolonthidae y Cetoniidae (Morón, 2016). Las especies que ocasionan daño económico son pocas, y están incluidas en los géneros: *Phyllophaga*, *Cyclocephala*, *Paranomala* y *Macroductylus* (Rodríguez del Bosque et al., 2015). El género *Phyllophaga* está representado en nuestro país por 387 especies (Morón, 2016) y en el estatus de plaga se incluye a *Phyllophaga obsoleta* Blanchard; *Phyllophaga ravidata* Blanchard; y *Phyllophaga vetula* Horn, que se distribuyen por todo el altiplano mexicano (Jackson & Klein, 2006). El ciclo de vida anual es el más común en las especies de «gallina ciega» de nuestro país (Fig. 1).

Las larvas del género *Phyllophaga* habitan en el suelo, y constituyen una plaga rizófaga de importancia económica en varios estados de la república mexicana, ya que afecta cultivos como: maíz, caña de azúcar, ajonjolí, amaranto, sorgo, papa, trigo, tomate, arroz, frijol, frutales, agave, café, pastos, entre otros (Ramírez-Salinas & Castro-Ramírez, 2000). En el cultivo de maíz, el género *Phyllophaga* constituye una de las plagas más importantes en México, afectando cada año cerca de un millón y medio de hectáreas en las regiones del Pacífico (Colima, Jalisco y Nayarit) y Bajío (Guanajuato, Michoacán y Querétaro) (Blanco et al., 2014).

Actualmente el control de la «gallina ciega» en México, se realiza utilizando insecticidas sintéticos (tiаметoxan, bifentrina + imidacloprid), por lo que es imperativo encontrar métodos alternativos de control (Liesch & Williamson, 2010). El uso continuo de insecticidas sintéticos genera problemas de contaminación ambiental, impacto sobre insectos benéficos, resistencia de la plaga y en algunos casos la intoxicación de los trabajadores agrícolas. Una alternativa prometedora es el uso de agentes de control microbiano, entre ellos se encuentran los hongos entomopatógenos (HE) (Hernández-Velázquez et al., 2011; Cabrera-Mora et al., 2019); las bacterias (Rodríguez del Bosque et al., 2015) y los nematodos (Ruiz Vega et al., 2020).

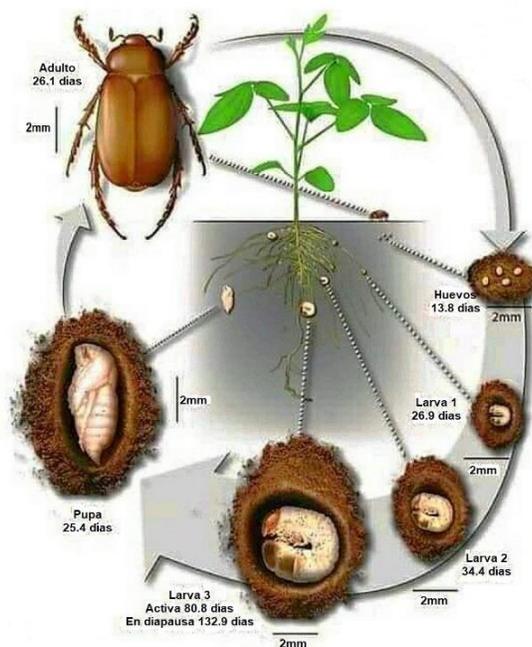


Figura 1. Ciclo de vida de *Phyllophaga* sp. Tomado y modificado de Oliveira et al. (2012).

HONGOS PATÓGENOS DE PLAGAS DE SUELO

Las especies de hongos patógenos de larvas de «gallina ciega» que se han reportado actuando de manera natural en México son *Beauveria pseudobassiana* S.A. Rehner & Humber; *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Fig. 2) asociado a larvas de *Paranomala* spp., *Phyllophaga* sp. y *Cetoniinae* sp.; *M. pingsaense*

Q.T. Chen & H.L. Guo se encontró infectando a larvas de *Phyllophaga ravidia*, *P. polyphylla*, *P. integriceps*, *P. vetula* Horn.; y *B. bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (Figura 2) en *Ligyris* sp. y *Paranomala* sp. (Hernández-Velázquez et al., 2011; Cabrera-Mora et al., 2019; Tamayo-Sánchez et al., 2022). En Brasil, se reportó al hongo *Ophiocordyceps melolonthae* (Tul. & C. Tul.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora en biensayos de laboratorio con larvas de *Cyclocephala modesta* (Salgado-Neto et al., 2017).



Figura 2. Larva infectada con *Metarhizium anisopliae* (Izq.) y *Beauveria bassiana* (Der.). (Fotografías de Miguel Nájera Rincón).

MECANISMO DE INFECCIÓN

Los HE infectan a sus huéspedes directamente a través del exoesqueleto, a diferencia de virus y bacterias que infectan a su huésped a través del intestino medio después de la ingestión (Fig. 3). El mecanismo de infección de los HE inicia con la adhesión de los conidios a la cutícula del insecto, ya sea con la ayuda de una matriz mucilaginoso o en su caso por fuerzas electrostáticas y de unión química. El hongo puede o no formar estructuras que facilitan la unión del conidio a la cutícula, como es el caso del «apresorio» (Harry & Hywel-Jones, 1997).

Posterior a la adhesión del conidio y con una humedad relativa alta, sucede la germinación, y la formación de «tubos germinativos», que perforan la cutícula con la ayuda de las enzimas quitinasas, lipasas y proteasas, además de estructuras del hongo con una función mecánica, para atravesar el exoesqueleto del insecto (Charnley y St. leger, 1991; Harry & Hywel-Jones, 1997). En el hemocele, el hongo se multiplica formando «cuerpos levaduriformes» que se esparcen por todos los órganos (Fig. 3), existe una respuesta inmune celular para contrarrestar al patógeno, sin embargo, al final el insecto muere por daño mecánico e intoxicación de metabolitos con propiedades insecticidas. El micelio del hongo agota el agua de los tejidos del cuerpo del insecto y el cadáver se «momifica». En insectos con cuerpo blando, el hongo emerge fácilmente, crece abundantemente y cubre el cuerpo del huésped con una densa capa de micelio. El ciclo es completado cuando el hongo produce los conidios, después de períodos de alta humedad. Los conidios se dispersan por el viento y/o la lluvia y al alcanzar nuevamente un huésped potencial, se repiten el «mecanismo de infección» (Harry & Hywel-Jones, 1997). Las características de los HE, ligada a su capacidad de crecer en medios de cultivo simples, ha hecho que sean considerados como una alternativa sustentable potencialmente útil, para el control de plagas agrícolas de artrópodos.

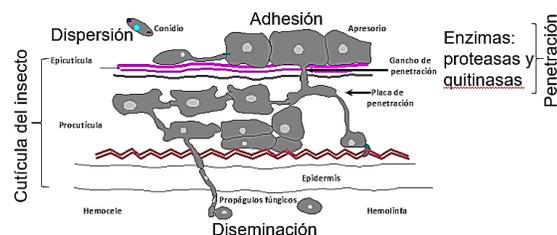


Figura 3. Mecanismo de patogénesis de hongos entomopatógenos. Modificado de Charnley & St. Leger, 1991.

ESTRATEGIAS DE USO

En el mundo se han utilizado diversos agentes de control biológico para la «gallina ciega». No obstante, en México los métodos de control aún son incipientes, sin embargo se han utilizado hongos, nematodos y bacterias. Aunque solo se tienen avances en estudios de laboratorio, las pruebas de campo y el uso comercial de estos microorganismos se encuentran aún en fases iniciales (Rodríguez del Bosque et al., 2015). En general las investigaciones efectuadas para el control de larvas de «gallina ciega» se han centrado en la aplicación del control biológico inundativo, muchos de los productos comerciales en el mercado utilizan como ingrediente activo a *Beauveria* spp. o *Metarhizium* spp., estos hongos se caracterizan porque su producción masiva es posible de realizar. Sin embargo, se deben cubrir ciertos requisitos durante su producción, y al momento de ser utilizados, como: a) un costo razonable, b) estabilidad a largo plazo (vida de anaquel), c) así como su estabilidad y efectividad en condiciones de uso en campo. Las formulaciones deberán ser evaluadas previamente, para garantizar la viabilidad de las unidades infectivas (conidios), al igual que su aplicación y uso exitoso en las condiciones del ambiente del suelo (Chandel et al., 2018).

En un ensayo de virulencia en México, se trabajó con *Metarhizium pingshaense* para evaluar su efecto en larvas de *Anomala cincta* (Say). Se utilizaron semillas sumergidas en una suspensión de 1×10^8 conidios/mL por 24 h, y en un segundo ensayo se inocularon directamente 2 mL de la misma suspensión sobre una composta de turba que contenía semillas de maíz tratadas sólo con Tween. El mayor porcentaje de infección ocurrió con la inoculación directa (93%), mientras que con las semillas sumergidas el valor fue de 50%.

Además se constató que el hongo persiste en la composta, y colonizó como endófito las raíces del maíz en desarrollo (Peña-Peña et al., 2015). En Jalisco, México se han realizado pruebas en campo con productos comerciales elaborados con *M. anisopliae* y *B. bassiana* en labranza de conservación. A raíz de esto, algunos productores han adoptado el uso de estos hongos como parte del manejo integrado de plagas rizófagas, después de haber solucionado ciertas limitantes en la calibración de equipos de aplicación (Pérez et al., 2010). En Michoacán, en aplicaciones realizadas en campo de una cepa de *B. bassiana* significó un 81% de mayor colonización del suelo por el hongo, 35% mayor mortalidad y 50% menos larvas sanas de *Phyllophaga vetula*, comparada con un área testigo sin aplicar (Nájera, 2010).

LITERATURA CITADA

- Blanco C.A., J.G. Pellegaud, U. Nava-Camberos, D. Lugo-Barrera, P. Vega-Aquino, J. Coello & A.P. Terán-Vargas. 2014. Maize pests in Mexico and challenges for the adoption of integrated pest management Programs. *Journal of Integrated Pest Management* 5(4). 10.1603/ipm14006
- Cabrera-Mora J.A., A.W. Guzmán-Franco, M.T. Santillán-Galicia & F. Tamayo-Mejía. 2019. Niche separation of species of entomopathogenic fungi within the genera *Metarhizium* and *Beauveria* in different cropping systems in Mexico. *Fungal Ecology* 39: 349–355. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2019.02.008>
- Chandel R.S., S. Soni, S. Vashisth, M. Pathania, P.K. Mehta, A. Rana, A. Bhatnagar & V.K. Agrawal. 2018. The potential of entomopathogens in biological control of white grubs. *International Journal of Pest Management* 65: 348–362. doi:10.1080/09670874.2018.1524183
- Charnley A.K. & R.J. St. Leger 1991. The role of cuticle-degrading enzymes in fungal pathogenesis in insects. In: Cole G.T., H.C. Hoch (Eds.) *The fungal spore and disease initiation in plants and animals.* Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2635-7_12

- Harry C.E. & N.L. Hywel-Jones 1997.** Entomopathogenic Fungi. In: Ben-Dov Y., C.J. Hodgson (Eds.) World Crop Pests. Elsevier.
- Hernández-Velázquez V.M., Z. Cervantes Espíndola, F.J. Villalobos, L. Lina García & G. Peña Chora. 2011.** Aislamiento de hongos entomopatógenos en suelo y sobre gallinas ciegas (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de maíz. Acta Zoologica Mexicana, 27(3): 591–599.
- Jackson T.A. & M.G. Klein. 2006.** Scarabs as Pests: A Continuing Problem. The Coleopterists Bulletin, 60(mo5): 102–119.
- Liesch P.J. & R.C. Williamson. 2010.** Evaluation of chemical controls and entomopathogenic nematodes for control of *Phyllophaga* white grubs in a Fraser fir production field. Journal of Economic Entomology 103(6): 1979-87.
- Morón M.A., Rojas-Gómez C.V. & R. Arce-Pérez. 2016.** Los estados inmaduros de *Phyllophaga heteronycha*, *P. leonina* y *P. angulicollis* (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). Revista Mexicana de Biodiversidad 87(3): 933–943.
- Nájera M.B. 2010.** Plagas del suelo en Michoacán. En: Rodríguez L.A., M.A. Morón (Eds.), Plagas del Suelo. México: Mundi-Prensa.
- Oliveira L.J., S. Roggia, J.R. Salvadori Crébio, J.A. Paulo Marçal & F.Ch Martins de Oliveira. 2012.** Insetos que atacam raízes e nódulos da soja. In: Hoffmann-Campo C.B., B.S. Corrêa-Ferreira, F. Moscardi (Eds.). Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Embrapa. ISBN: 978-85-7035-139-5
- Peña-Peña A.J., Santillán-Galicia M.T., Hernández-López J. & A.W. Guzmán-Franco. 2015.** *Metarhizium pingshaense* applied as a seed treatment induces fungal infection in larvae of the white grub *Anomala cincta*. Journal of Invertebrate Pathology 130: 9–12.
- Pérez J.F., M.B. Nájera & R. Álvarez. 2010.** Plagas del suelo en Jalisco. En: L.A. Rodríguez, M.A. Morón (Eds.). Plagas del Suelo México: Mundi-Prensa.
- Ramírez-Salinas C. & A.E. Castro-Ramírez. 2000.** El complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) en el cultivo de maíz, en El Madronal, municipio de Amatenango Del Valle, Chiapas, México. Acta Zoológica Mexicana, (79): 17–41.
- Rodríguez del Bosque L.M., V.M. Hernández-Velázquez, M.B. Nájera-Rincón & C. Ramírez-Salinas. 2015.** Gallinas ciegas (Coleoptera: Melolonthidae). En: Arredondo-Bernal H.C. y Rodríguez del Bosque L.A. (Eds.), Casos de control biológico en México, Vol. 2. México: Ed. Biblioteca Básica de Agricultura.
- Ruiz-Vega J., C.I. Cortés-Martínez, T. Aquino-Bolaños, P.T. Matadamas-Ortiz, C. García-Gutiérrez & J. Navarro-Antonio. 2020.** Mortality of *Phyllophaga vetula* larvae by the separate and combined application of *Metarhizium anisopliae*, *Steinernema carpocapsae* and *Steinernema glaseri*. Journal of Nematology 52: 1–8.
- Salgado-Neto G., M.A. Braz Vaz & J.V. Carús Guedes. 2017.** White grub (Coleoptera: Melolonthidae) mortality induced by *Ophiocordyceps melolonthae*. Ciencia Rural, 47(6): 103–106.
- Tamayo-Sánchez F., F. Tamayo-Mejía, A. Marín Jarrillo, M.T. Santillán-Galicia, A. Pérez-Valdez & A.W. Guzmán-Franco. 2022.** Dynamics of natural infection of white grub larvae by *Beauveria* and in maize crops from Mexico, Biocontrol Science and Technology 32(10): 1177-1193.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Roberto Montesinos Matías y al M.C. Marco Antonio Mellín Rosas por la revisión previa a esta publicación.

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula
SECRETARIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
 Dr. Francisco Javier Calderón Elizalde
**DIRECTOR EN JEFE DEL SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
 INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA**
 Ing. Francisco Ramírez y Ramírez
DIRECTOR GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
 M.C. Guillermo Santiago Martínez
DIRECTOR DEL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA
 M.C. Jorge Antonio Sánchez González
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL BIOLÓGICO

Elaboró:

Dr. Miguel Angel Ayala Zermeño

DEPARTAMENTO DE CONTROL BIOLÓGICO
 KM 1.5 CARRETERA TECOMÁN-ESTACIÓN
 FFCC. C.P. 28110 TECOMÁN, COLIMA.
 TEL. (313) 32 4 07 41 y 45
<https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/centro-nacional-de-referencia-de-control-biologico-103097>

Sugerencia de como citar esta ficha:

Ayala-Zermeño M.A. 2023. Hongos entomopatógenos para el combate de la gallina ciega. Departamento de Control Biológico, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Dirección General de Sanidad Vegetal, SENASICA. Ficha Técnica CB-04, 4 p.