



FICHA TÉCNICA **CB-03**

USO DE *Beauveria bassiana* COMO INSECTICIDA MICROBIAL

CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA
DEPARTAMENTO DE CONTROL BIOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

Beauveria bassiana es la especie más distribuida del género, es un hongo ubicuo capaz de infectar a insectos de 15 órdenes diferentes, se ha encontrado en áreas templadas como tropicales en todo el mundo (Zimmermann 2007).

Beauveria bassiana crece naturalmente en el suelo en todo el mundo y actúa como patógeno en varias especies de insectos, por lo tanto, pertenece a los hongos entomopatógenos (Sinha et al., 2016).

TAXONOMÍA

El género *Beauveria* pertenece a la familia *Cordycipitaceae*, se ha reconocido a *Beauveria* como un género separado de *Cordyceps*; debido a que sus respectivas especies tipo no son congéneres (Kepler et al., 2017). Las características morfológicas que unen a las especies de *Beauveria* han demostrado ser notablemente duraderas en el tiempo y no se conocen aislamientos descritos de otros géneros tipificados asexualmente en este clado (Kepler et al., 2017).

Algunas especies importantes de este género son *B. bassiana*, *B. brongniartii*, *B. amorpha* y *B. caledónica* (Sinha et al., 2016).

Las colonias de *B. bassiana* se caracterizan por ser blancas, amarillentas u ocasionalmente rojizas, el revés no tiene color, o es de color amarillento a rosado (Rehner & Buckley 2005).

Al microscopio *B. bassiana* presenta estructuras reproductivas denominadas conidióforos, los cuales son sencillos, agrupados irregularmente, en una base globosa y presentando un extenso crecimiento vegetativo y la producción de

como beauvericina, adelgazamiento donde se sostiene el conidio, estos se insertan sobre esterigmas curvados formando un zig-zag, los conidios son hialinos, globosos a ampliamente elipsoidales, generalmente de 2 - 3 x 2.0- 2.5 μm y se forman en racimos, como bolas de nieve o bolas de algodón (Rehner & Buckley 2005).

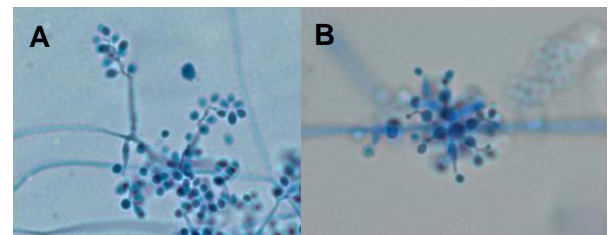


Figura 1. Conidios y conidióforos de *B. bassiana*, A) Conidióforo desarrollado, se observa el desarrollo del esterigma en forma de zig-zag B) Conidióforo en desarrollo inicial.

MODO DE ACCIÓN

Así como en otros hongos entomopatógenos, *B. bassiana* ataca a sus insectos huéspedes generalmente por vía percutánea. El ciclo de infección consta de los siguientes pasos: (1) unión de los conidios a la cutícula; (2) germinación; (3) penetración a través de la cutícula; (4) superar la respuesta del huésped y las reacciones de defensa inmunitaria; (5) proliferación dentro del huésped por la formación de hifas/blastosporas, que son una célula levaduriforme del hongo; (6) crecimiento saprofito del huésped muerto y producción de nuevos conidios (Zimmermann 2007).

La unión se debe a la hidrofobicidad de los conidios, así como a la superficie cuticular, los conidios contienen una proteína de tipo hidrofobina en superficie exterior (Kirkland & Keyhani 2011).

La germinación y la infección exitosa dependen de varios factores, como un huésped en una etapa susceptible y factores ambientales, como temperatura y humedad. La germinación está influenciada además por lípidos cuticulares, como ácidos grasos de cadena corta, aldehídos, ésteres de cera, cetonas y alcoholes que pueden poseer actividad antimicrobiana (Pedrini et al., 2013). Sin embargo, la cutícula también puede estar recubierta con sustancias que son importantes para el reconocimiento por parte de los hongos, como aminoácidos libres o péptidos, y puede desencadenar la unión y la germinación (Ortiz-Urquiza & Keyhani 2016). En general, la germinación de los conidios de *B. bassiana* comienza a las 10 h y se completa en gran medida a las 20 h a 20-25°C (Zimmermann 2007).

En general, el hongo penetra en áreas más delgadas y no esclerotizadas de la cutícula, como articulaciones, entre segmentos o piezas bucales. Antes de la penetración, los tubos germinales pueden producir estructuras llamadas apresorios y clavijas de infección. El proceso de penetración es por medios mecánicos y por la producción de varias enzimas, incluyendo proteasas, quitinasas y lipasas (Ortiz-Urquiza & Keyhani 2016).

La penetración de las capas de la cutícula y el inicio de la invasión se acompaña por mecanismos de defensa del insecto, como la producción de fenoloxidasa, hemocitos y melanización (Vilcinskas & Götz 1999).

Después de una penetración exitosa, el hongo produce cuerpos hifales y blastosporas, es decir, células levaduriformes, que se distribuyen pasivamente en la hemolinfa, permitiendo que el hongo invada otros tejidos del insecto huésped bassianina, tenelina, bassianolide y

bassiacridina que terminan por matar al insecto (Zimmermann 2007).

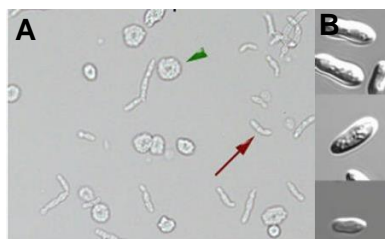


Figura 2. A) Cuerpos hifales (flecha roja) y hemocitos (flecha verde), tomada de Wang et al., (2023) y B) Blastosporas, tomada de Wanchoo et al (2009)

Después de la muerte del huésped y en condiciones de humedad, el hongo inicia su fase saprofita al emerger del cuerpo huésped y producir conidios en la superficie exterior del cadáver. Durante el período de incubación, el hongo puede afectar a su insecto huésped a lo largo cambios en el comportamiento y la alimentación, la reducción del peso corporal o la fecundidad, malformaciones o fiebre (Ouedraogo et al., 2003).



Figura 3. Conidios sobre el cuerpo de una chinche bagrada (*Bagrada hilaris*)

OCURRENCIA NATURAL Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La especie más ampliamente distribuida del género *Beauveria* es *B. bassiana*.

Se ha encontrado en insectos infectados tanto en áreas templadas como tropicales en todo el mundo, además es un hongo entomopatógeno ubicuo que se ha encontrado y aislado de una amplia variedad de insectos de diferentes órdenes (15):

(1) lepidópteros, (2) coleópteros, (3) himenópteros, (4) homópteros, (5) dípteros, (6) hemípteros, (7) ortópteros, (8) sifonápteros, (9) isópteros, (10) tisanópteros, (11) mantodea, (12) neuroptera, (13) dermaptera, (14) blattariae, (15) embioptera (Zimmermann 2007).

Sin embargo, a pesar de la prevalencia de *B. bassiana* en un gran número de artrópodos, se sabe que la mayoría de los aislamientos de este hongo tienen un rango de huéspedes restringido (Vestergaard et al., 2003) aunque hay varios ejemplos de cepas de *B. bassiana* aisladas de un insecto huésped distinto o del suelo y que posteriormente son altamente virulentas contra otras plagas objetivo. Por lo tanto, es necesario determinar la virulencia de diferentes aislamientos contra una especie de insecto objetivo para seleccionar la más virulenta (Zimmermann 2007).

PRODUCCIÓN MASIVA Y FORMULACIÓN

La producción masiva de *B. bassiana*, así como de otros hongos entomopatógenos es necesaria debido a que la estrategia inundativa, es la que emplea usualmente para su aplicación en campo, por lo que se requiere una producción rentable y un proceso que ofrezca la mayor cantidad de propágulos infecciosos (Jackson et al., 2010). Generalmente, los conidios aéreos son producidos por fermentación en sustrato sólido usando granos de cereal esterilizados y humedecidos (Jaronski 2023).

La producción de conidios se puede realizar en una sola etapa, donde el sustrato se inocula directamente con conidios en una matriz sólida o en dos etapas, lo cual implica la producción de un inóculo, típicamente blastosporas, usando medio líquido, cuyo inóculo se utiliza luego para inocular la matriz sólida. La cepa comercial *B. bassiana* GHA se produce en un sustrato sólido, en un sistema de fermentación automatizado y alcanza un rendimiento de 2.2×10^{13} conidios/kg. Por otro lado, en cultivo líquido, las altas tasas de aireación y alta presión osmótica han mejorado sustancialmente los rendimientos de blastosporas, tan alta como 2×10^9 unidades/mL con 60 % de estas células viables después del secado, es importante conocer este tipo de células de los hongos entomopatógenos, porque pueden estar mejor equipadas para su uso contra insectos pequeños (mosca blanca, pulgón y psílido), por el contrario, los conidios aéreos pueden ser más adecuados para insectos grandes, como saltamontes y orugas, que viven en un ambiente más seco (Mascarín & Jaronski 2016).

La tecnología de formulación es importante para el desarrollo comercial de micoinsecticidas pues puede facilitar el transporte, la aplicación; extender la vida de anaquel; mejorar la actividad insecticida; la persistencia y proporcionar protección contra el estrés ambiental abiótico (Jaronski 1997).

En el nivel más simple, es proporcionar el cultivo con conidios secos. En un nivel más sofisticado las formulaciones de *B. bassiana* pueden dividirse en formulaciones secas y líquidas, que por lo general contienen adyuvantes compatibles y aditivos para formar una preparación estable (Mascarín & Jaronski 2016).

Se pueden agregar osmoprotectores y aceites para mejorar la infección cuando hay una baja humedad, el dióxido de titanio o silicio y algunas arcillas han sido propuestos como bloqueadores UV para conidios de *B. bassiana* (Cohen et al., 2001).

El sistema de envasado puede afectar la vida útil. Generalmente, el bajo contenido de agua (5 %), baja temperatura y niveles de oxígeno están relacionados con prolongar la vida útil de los propágulos, por lo que se han incorporado secuestrantes de oxígeno y humedad para prolongar la supervivencia fúngica durante el almacenamiento a largo plazo (Mascarin & Jaronski 2016).

COMERCIALIZACIÓN

Los géneros *Beauveria* y *Metarhizium*, son los hongos entomopatógenos más utilizados en el control biológico, principalmente debido a su distribución ubicua, cosmopolita y de fácil producción en masa utilizando medios artificiales. Ambos comprenden casi el 70 % de todos los micoinsecticidas comerciales (Faria & Wraight 2007).

La mayoría de los productos a base de *B. bassiana* son polvos humectables (WP) seguido de suspensión concentrada (CS) y formulaciones de suspensión emulsionable (ES) (Mascarin & Jaronski 2016).

Desde hace 10 años, la producción comercial de micoinsecticidas y otros agentes de control biológico en México se realizó en al menos 68 empresas en 25 estados, aunque estos números han aumentado constantemente; los hongos entomopatógenos que se producen principalmente son *B. bassiana* y *M. anisopliae* (Pacheco Hernández et al., 2019).

APLICACIÓN DE *B. bassiana*

El hongo *B. bassiana* mostró su efectividad contra trips con aplicaciones en el follaje de brócoli y pepino, también se ha aplicado para el control de insectos del orden coleoptera, en particular *B. bassiana* es eficaz contra el picudo de las palmeras (*Rhynchophorus ferrugineus*), el escarabajo batanero (*Polyphylla fullo*), el escarabajo pulga (*Podagrica* spp), además controla eficientemente los escarabajos de almacenamiento de granos (*Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus granarius*, *Tribolium castaneum*) (Shams et al., 2011).

Las cepas de *B. bassiana* también son capaces de controlar plagas de insectos del orden díptera, lepidóptera y hemíptera, por ejemplo, las plagas de la fruta (*Ceratitidis rosa*, *Ceratitidis capitata* y *Thaumatotibia leucotreta*) (Goble et al., 2011). Dentro del orden lepidóptera, se ha reportado una alta susceptibilidad de las larvas de los primeros instares entre ellas: la polilla de espalda de diamante (*Plutella xylostella*), el barrenador del maíz (*Ostrinia nubilalis*) el gusano elotero (*Helicoverpa zea*), y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el gusano cortador negro (*Agrotis ipsilon*), el gusano del repollo (*Pieris rapae*) y el gusano cortador del repollo (*Trichoplusia ni*) (Wraight et al., 2010).

Frecuentemente *B. bassiana* es considerado únicamente como un hongo patógeno de insectos, sin embargo, desempeña funciones adicionales en la naturaleza, incluido el endofitismo (desempeña un papel en la protección de las plantas contra el ataque de herbivoría), el antagonismo de enfermedades de plantas, la promoción del crecimiento y la colonización de la rizosfera (Jaber & Ownley 2018).

LITERATURA CITADA

- Cohen, E., Joseph, T., & Wassermann-Golan, M. 2001. Photostabilization of biocontrol agents by berberine. *International Journal of Pest Management*, 47(1), 63-67.
- Faria, M. R., & Wraight, S. P. 2007. Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biological control*, 43(3), 237-256.
- Goble, T. A., Dames, J. F., Hill, M. P., & Moore, S. D. 2011. Investigation of native isolates of entomopathogenic fungi for the biological control of three citrus pests. *Biocontrol Science and Technology*, 21(10), 1193-1211.
- Jaber, L. R., & Ownley, B. H. 2018. Can we use entomopathogenic fungi as endophytes for dual biological control of insect pests and plant pathogens?. *Biological control*, 116, 36-45.
- Jackson, M. A., Dunlap, C. A., & Jaronski, S. T. 2010. Ecological considerations in producing and formulating fungal entomopathogens for use in insect biocontrol. *BioControl*, 55, 129-145.
- Jaronski, S. T. 1997. New paradigms in formulating mycoinsecticides. *ASTM Special Technical Publication*, 1328, 99-114.
- Jaronski, S. T. 2023. Mass production of entomopathogenic fungi—state of the art. *Mass production of beneficial organisms*, 317-357
- Kirkland, B. H., & Keyhani, N. O. 2011. Expression and purification of a functionally active class I fungal hydrophobin from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* in *E. coli*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 38(2), 327-335.
- Kepler, R. M., Luangsa-Ard, J. J., Hywel-Jones, N. L., Quandt, C. A., Sung, G. H., Rehner, S. A., ... & Shrestha, B. 2017. A phylogenetically-based nomenclature for Cordycipitaceae (Hypocreales). *IMA fungus*, 8, 335-353.
- Mascarin, G. M., & Jaronski, S. T. 2016. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32, 1-26.
- Ortiz-Urquiza, A., & Keyhani, N. O. 2016. Molecular genetics of *Beauveria bassiana* infection of insects. *Advances in Genetics*, 94, 165-249.
- Ouedraogo, R. M., Cusson, M., Goettel, M. S., & Brodeur, J. 2003. Inhibition of fungal growth in thermoregulating locusts, *Locusta migratoria*, infected by the fungus *Metarhizium anisopliae* var *acidum*. *Journal of invertebrate pathology*, 82(2), 103-109.
- Pacheco Hernández, M., Reséndiz Martínez, J., & Arriola Padilla, V. J. 2019. Entomopathogenic organisms for pest control in the Mexican agriculture, livestock and forest sectors: a review. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(56), 4-32.
- Pedrini, N., Ortiz-Urquiza, A., Huarte-Bonnet, C., Zhang, S., & Keyhani, N. O. 2013. Targeting of insect epicuticular lipids by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*: hydrocarbon oxidation within the context of a host-pathogen interaction. *Frontiers in microbiology*, 4, 24.
- Rehner, S. A., & Buckley, E. P. 2003. Isolation and characterization of microsatellite loci from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales). *Molecular Ecology Notes*, 3(3), 409-411.
- Sanjaya, Y. 2016. Pathogenicity of three entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, and *Paecilomyces lilacinus*, to *Tetranychus kanzawai* infesting papaya seedlings. *Arthropods*, 5(3), 109.
- Sinha, K. K., Choudhary, A. K., & Kumari, P. 2016. Entomopathogenic fungi. In *Ecofriendly pest management for food security* (pp. 475-505). Academic Press.
- Shams, G., Safaralizadeh, M. H., Imani, S., Shojai, M., & Aramideh, S. 2011. A laboratory assessment of the potential of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Beauverin) to control *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *African Journal of Microbiology Research*, 5(10), 1192-1196.
- Vestergaard, S., Cherry, A., Keller, S., & Goettel, M. 2003. Safety of hyphomycete fungi as microbial control agents. *Environmental impacts of microbial insecticides: need and methods for risk assessment*, 35-62.
- Vilcinskas, A., & Götz, P. 1999. Parasitic fungi and their interactions with the insect immune system. *Advances in parasitology*, 43, 267-313.
- Wanchoo, A., Lewis, M. W., & Keyhani, N. O. 2009. Lectin mapping reveals stage-specific display of surface carbohydrates in in vitro and haemolymph-derived cells of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Microbiology*, 155(9), 3121-3133.
- Wang, J. L., Sun, J., Song, Y. J., Zheng, H. H., Wang, G. J., Luo, W. X., ... & Liu, X. S. 2023. An entomopathogenic fungus exploits its host humoral antibacterial immunity to minimize bacterial competition in the hemolymph. *Microbiome*, 11(1), 1-18.
- Wraight, S. P., Ramos, M. E., Avery, P. B., Jaronski, S. T., & Vandenberg, J. D. 2010. Comparative virulence of *Beauveria bassiana* isolates against lepidopteran pests of vegetable crops. *Journal of invertebrate pathology*, 103(3), 186-199.
- Zimmermann, G. 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 17(6), 553-596.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Miguel Ángel Ayala Zermeño y a la M. en C. Angélica María Berlanga Padilla por la revisión previa a esta publicación

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

Elaboró:
Dra. Nohemi Garcia Ortiz

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:

Garcia Ortiz N., 2023. Uso de Beauveria bassiana como insecticida microbial. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Dirección General de Sanidad Vegetal, SENASICA. Ficha Técnica CB-03, 5 p.