

19

UTILIZACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE ARTRÓPODOS PLAGAS AGRÍCOLAS

USE OF THE ENTOMOPATHOGEN FUNGI FOR THE BIOLOGICAL CONTROL OF ARTHROPODS AGRICULTURAL PEST

María Elena Estrada Martínez¹

E-mail: mestrada@umet.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7128-3958>

¹ Universidad Metropolitana. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Estrada Martínez, M. E. (2019). Utilización de hongos entomopatógenos para el control biológico de artrópodos plagas agrícolas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(1), 134-139. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

El uso de hongos entomopatógenos en la agricultura es una alternativa de protección fitosanitaria que permite regular las poblaciones naturales de los artrópodos plagas agrícolas. El presente trabajo tiene como objetivo abordar aspectos sobre la presencia natural, modo de acción, caracterización y evaluación en campo de las principales especies de hongos entomopatógenos. La presencia natural de estos microorganismos en diferentes agroecosistemas resulta importante para la identificación y el aislamiento de los hongos entomopatógenos a partir de artrópodos con síntomas de micosis. La descripción del modo de acción permite comprender los factores bióticos y abióticos que intervienen en este proceso. Las caracterizaciones morfológica, biológica y molecular posibilitan conocer la actividad patogénica y la variabilidad genética de los hongos entomopatógenos. Los resultados de la aplicación en campo demuestran las potencialidades de uso de los hongos entomopatógenos en los programas de lucha biológica contra los artrópodos plagas de los cultivos agrícolas.

Palabras clave:

Hongos entomopatógenos, lucha biológica, artrópodos, plagas agrícolas.

ABSTRACT

The use of entomopathogenic fungi in agriculture is an phytosanitary protection alternative that allows to regulate the natural populations of arthropod agricultural pests. The present work aims to address aspects of the natural presence, mode of action, characterization and field evaluation of the main species of entomopathogenic fungi. The natural presence of these microorganisms in different agroecosystems is important for the identification and isolation of entomopathogenic fungi from arthropods with symptoms of mycosis. The description of the action mode allows to understand the biotic and abiotic factors that are involved in this process. The morphological, biological and molecular characterizations make it possible to know the pathogenic activity and the genetic variability of the entomopathogenic fungi. The results of the application in the field demonstrate the potential use of entomopathogenic fungi in biological control programs against the arthropod pests of agricultural crops.

Keywords:

Entomopathogenic fungi, biological control, arthropods, agricultural pest.

INTRODUCCIÓN

Los hongos entomopatógenos juegan un papel importante en la regulación natural de los insectos plagas agrícolas, gracias a la acción de estos microorganismos millones de hectáreas están exentas de los tratamientos químicos.

En los últimos años se ha incrementado el interés por el uso de los hongos entomopatógenos dadas las políticas internacionales sobre "Protección del Ambiente". Más recientemente, en la Cumbre de la Tierra, se proclamó la necesidad de desarrollar una agricultura sostenible que preserve los recursos naturales y el ambiente para las generaciones futuras. En este sentido, en numerosos países se ha demostrado el impacto agronómico y ecológico de las aplicaciones de los hongos entomopatógenos en cultivos extensivos (Muñoz, et al., 2017).

Los hongos entomopatógenos comprenden aproximadamente 750 especies agrupadas en 115 géneros entre los que se destacan por su importancia agronómica: *Beauveria*, *Metarhizium*, *Tolypocladium*, *Paecilomyces*, *Nomuraea*, *Lecanicillium* e *Hirsutella*, los cuales han sido identificados en artrópodos que habitan en las plantas, en el suelo y en el agua. Estos microorganismos son parásitos facultativos, capaces de infectar todos los estadios de desarrollo del ciclo biológico de los insectos (Estrada & Ojeda, 2017). No poseen reproducción sexual y el intercambio del material genético ocurre por paraxenogamia (Parthiban, Murali, Chinniah Ravikumar & Thagave, 2018).

La aplicación de hongos entomopatógenos en la agricultura constituye una estrategia de manejo orgánico de las plagas agrícolas que permite la protección fitosanitaria de los cultivos. El presente trabajo tiene como objetivo ofrecer una revisión sobre los principales hongos entomopatógenos utilizados para el control biológico de artrópodos plagas con énfasis en su ocurrencia natural, modo de acción, caracterización y evaluación en campo.

DESARROLLO

La presencia natural de los hongos entomopatógenos ha sido registrada en insectos plagas de diferentes cultivos. Así, la especie entomopatógena *Beauveria bassiana* (Bals.Criv) Vuillemin ha sido identificada a partir de larvas y crisálidas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) con síntomas de micosis colectadas en las hojas y en el tallo de la caña de azúcar (*Sacharum sp* híbrido) (Estrada, Romero, Rivero & Barroso, 2004). De igual forma, *B. bassiana* ha sido detectado en los adultos de *Hypothenemus hampei* Ferrari plaga del cultivo del café (*Coffea spp*) (Vázquez, et al., 2010)

Por otra parte, la especie *Metarhizium brunneum* (Petch.) ha sido identificada en hembras móviles de *Eurhizococcus*

brasiliensis (Hempel, 1922) (Hemiptera: Margarodidae), importante plaga del cultivo de la uva (*Vitis vinifera* L.) en Brasil (Lopes, Silva, Tigano & Bootton, 2012).

Entre los enemigos naturales de *Aceri guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) plaga del cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Cuba, ha sido informada la especie *Hirsutella thompsonii* var. *thompsonii* (Fisher, 1950) que parasita al ácaro en frutos de 60 a 120 días durante julio, agosto y septiembre, meses de altas temperaturas y humedades relativas (Cabrera, Cueto & Otero, 2008).

Según Palma & del Valle (2015), las epizootias naturales de *Nomuraea rileyi* (Farlow) han permitido su identificación y aislamiento a partir de larvas muertas de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) plaga del cultivo de la soja (*Glycine max* L.) en Argentina.

La presencia natural de *Lecanicillium longisporum* Zare & Gamsha sido notificada asociado a *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: Aphididae) en sorgo *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Burlanga, Ayala, Gallou, Serna, Montesinos & Arredondo, 2016).

Determinar la presencia natural de los hongos entomopatógenos en los agroecosistemas constituye el punto de partida para cualquier estrategia de manejo orgánico de las plagas agrícolas que comprenda el uso de estos microorganismos. A partir de las colectas realizadas en condiciones naturales de artrópodos con síntomas de micosis, los hongos entomopatógenos son identificados, aislados y posteriormente evaluados en condiciones de laboratorio y de campo.

Diferentes autores afirman que la infección de los hongos entomopatógenos tiene lugar por vía tegumentaria a partir del contacto de los conidios con el cuerpo del hospedante. El proceso infeccioso comprende las etapas de adhesión, germinación, penetración y colonización.

Durante la adhesión, los conidios infectivos se adhieren a la superficie del cuerpo del hospedante a través de receptores ubicados en la epicutícula y de sustancias mucilaginosas excretadas por los conidios.

Cuando las condiciones de humedad y temperatura son favorables, los conidios germinan en la superficie del tegumento del hospedante y desarrollan el tubo germinativo. La germinación ocurre preferencialmente en las membranas intersegmentales abdominales, antenas y espiráculos del hospedante, donde predomina una cutícula fina y altos niveles de humedad.

La penetración de los hongos entomopatógenos ocurre a través del tubo germinativo, que emite un conjunto de enzimas hidrolíticas extracelulares como las proteasas, lipasas y quitinasas que degradan la cutícula del hospedante (Svedese, Vieira, Pereira, Mesquita, Alves,

Figuereido, 2013). En el extremo del tubo germinativo puede ocurrir una diferenciación estructural llamada apresorio cuya morfología depende de la cutícula del hospedante y su acción mecánica posibilita la penetración del microorganismo.

Cuando el hongo ha vencido la barrera tegumentaria, se multiplica en el hemocele, principalmente por gemación, dando formas miceliales libres y unicelulares llamadas blastosporas, también producen hifas y protoplastos. En el hemocele, los hongos entomopatógenos producen dos tipos de toxinas: macromoléculas protéicas y metabolitos secundarios de bajo peso molecular como los ciclodepsipéptidos que actúan como inhibidoras de las reacciones de defensa del hospedante por alteraciones de los plasmotocitos y retardo en la agregación de las células de la hemolinfa (Borges, Díaz, San Juan & Gómez, 2010). Las alteraciones celulares y tisulares que causan estas toxinas, conducen a la muerte del hospedante con la cual finaliza la fase parasítica de estos microorganismos.

En el interior del cadáver, los hongos entomopatógenos crecen e invaden todos sus tejidos y órganos. Estudios histopatológicos y ultra estructurales de la infección de *B. bassiana* realizados en cadáveres de *Rhodnius prolixus* por Carzola & Morales (2011), demostraron que las hifas invaden todos los tejidos hasta la muerte del insecto. Después de la colonización total, el cadáver se momifica debido a la acción de los antibióticos liberados por los hongos entomopatógenos (Ferron, 1985).

De acuerdo a las condiciones ambientales, el desarrollo saprofítico de los hongos entomopatógenos puede estar limitado dentro del cadáver del hospedante o puede ocurrir el crecimiento micelial desde el interior hasta el exterior del cadáver y esporular en la superficie de éste.

En la naturaleza, la dispersión de los hifomicetos entomopatógenos ocurre a través del viento y las precipitaciones, de los insectos vectores que transportan los hospedantes infectados y de los insectos sociales que permiten la circulación de los estados infecciosos del patógeno.

Caracterización de los hongos entomopatógenos

La caracterización de los hongos entomopatógenos se refiere al estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos que definen a estos microorganismos y ha tenido en cuenta criterios morfológicos, biológicos y moleculares, entre otros.

La caracterización morfológica de los hongos entomopatógenos ha estado determinada esencialmente por la descripción y medición de estructuras microscópicas de valor taxonómico como: los conidióforos, las células conidiógenas y los conidios, así como el análisis de caracteres macroscópicos como la forma y crecimiento

de las colonias, pigmentación del medio de cultivo, etc.

La caracterización biológica de los hongos entomopatógenos ha estado basada fundamentalmente en el estudio comparativo de los porcentajes de mortalidad por micosis provocados por estos microorganismos en los artrópodos plagas agrícolas en función de las concentraciones y tiempos letales. La caracterización biológica es cuantitativa y ha sido empleada para seleccionar aislamientos nativos de *B. bassiana* en adultos de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) (Ferrari) (Torres, et al., 2016).

De igual forma diferentes cepas *Manisopliae* fueron estudiadas para determinar el porcentaje de mortalidad en adultos de *Aeneolamia varia* (Fabricius) (Hemiptera: Cercopidae) lo que permitió su selección para ser evaluadas en condiciones de campo (Obando, et al., 2014).

La evaluación de aislamientos de *Nomuraea rileyi* (Farlow) en *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) demostró la actividad biocontroladora del microorganismo al provocar el 100% de mortalidad en las larvas del cogollero del maíz (*Zea mays* L.)

La caracterización biológica de cepas nativas de *Paecilomyces* sp y *Lecanicillium* sp en larvas del último estadio de *Carmenta foraseminis* Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) posibilitó seleccionar las cepas más efectivas en función de las concentraciones letales (CL_{50} y CL_{90}) en las larvas del pasador del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.)

La caracterización serológica de *B. bassiana* mediante el estudio de sus extractos antigénicos, ha permitido evidenciar diferencias interespecíficas, así como la presencia de diversos serotipos en una misma especie. Se ha demostrado que este método analítico puede conducir a falsas interpretaciones debido a las diferencias cuantitativas en la composición de los antígenos provocada por la variación individual de las reacciones inmunes de los animales experimentales.

En la actualidad, la caracterización de los hongos entomopatógenos además tiene en cuenta criterios moleculares basados en el estudio de las isoenzimas (Estrada & Piñón, 2006), proteínas totales, quitinasa y glucanasa (Peteira, González, Arias, Fernández, Miranda & Martínez, 2011) y de los ácidos nucleicos (García, et al., 2014). La caracterización molecular de los hongos entomopatógenos mediante el análisis del ADN (ácido desoxirribonucleico) o del ARN (ácido ribonucleico) posibilita conocer la variabilidad genética, así como las relaciones que se establecen entre los aislamientos de esta especie. Comparado con las isoenzimas, los marcadores ADN o ARN no están influidos por las

condiciones de cultivo y tienen la ventaja de analizar el genoma completo lo que posibilita una mejor estimación de la diversidad genética de muchos loci.

Existen diferentes técnicas moleculares para la caracterización de los hongos entomopatógenos entre ellas se destaca la técnica del Polimorfismo de la Longitud de los Fragmentos de Restricción (Restriction Fragment Length Polymorphism, RFLP) la cual ha permitido detectar diferencias entre aislamientos de *B. bassiana* virulentos y menos virulentos de acuerdo a los fragmentos de restricción en una secuencia del ADN o ARN. También la técnica de RFLP ha sido utilizada para aislar y clonar genes de *B. bassiana* de importancia agronómica, para conocer la estructura genética de una población de esta especie, para el análisis molecular de híbridos somáticos hipervirulentos y para estudiar las relaciones filogenéticas entre los aislamientos del hongo.

Para la caracterización molecular de los hongos entomopatógenos, también se ha utilizado la técnica de microsatélites (Secuencia Simple Repetida, Simple Sequence Repeat, SSRs). Estos marcadores moleculares son secuencias de ADN repetidas en serie en el genoma, poseen de 2 a 6 pares de base y se detectan mediante la amplificación de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (Polymerase Chain Reaction, PCR). Esta reacción ha sido empleada para estudiar la diversidad genética de *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petche identificar los aislamientos de esta especie entomopatógena en función del polimorfismo de los microsatélites.

Actualmente se estudian las regiones del ADN que se encuentran entre los microsatélites y son llamadas intermicrosatélites (Regiones entre las Secuencias Simples Repetidas, Inter Simple Sequence Repeat, ISSRs) los cuales son muy polimórficos y de gran reproducibilidad (Estrada, Rivero & Benito, 2010).

Las caracterizaciones morfológica, biológica y molecular de los hongos entomopatógenos constituyen herramientas útiles para la selección de aislamientos candidatos a utilizar en los programas de lucha biológica contra los artrópodos plagas agrícolas.

Utilización de hongos entomopatógenos para la protección fitosanitaria de los cultivos

Desde la segunda mitad del siglo XIX hasta nuestros días, los hongos entomopatógenos han sido aplicados fundamentalmente para el control de artrópodos de importancia agronómica. La eficacia de estos microorganismos ha sido evaluada con mezclas de cepas con insecticidas químicos; así como a través de diferentes formulaciones, dosis, y métodos de aplicación (Carzorla & Morales, 2016).

La existencia de bioplaguicidas comerciales, formulados

con hongos entomopatógenos ha contribuido al incremento del uso de estos microorganismos en la protección fitosanitaria de los cultivos. En este sentido, numerosas investigaciones han demostrado que las aplicaciones de *B. bassiana* en el campo, disminuyen los niveles poblacionales de diferentes insectos plagas agrícolas. Al evaluar la efectividad de las aplicaciones de *B. bassiana* en el cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) Noma & Strickler (1999), observaron la reducción del porcentaje de ninfas vivas de *Lygus hesperus* (Knight, 1917) (Hemiptera: Miridae) y evidenciaron diferentes valores de eficacia debido a los cambios de temperatura imperantes en el campo que regulaban el ciclo de desarrollo del hongo y del insecto hospedante.

También, ha sido demostrada la efectividad de las aplicaciones de *B. bassiana* en el control de las larvas y adultos de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en el melón (*Cucumis melo*, L.). Por otra parte, las aplicaciones de *B. bassiana* en el frijol de soja (*Glycine max*, L. Werr) han logrado reducir las poblaciones de un grupo de plagas mayores como *Nezara viridula* (L), *Eushistus heros* (F) y *Piezodorus guildimi* (Westwood).

Se ha comprobado que la aplicación de diferentes cepas y dosis de *B. bassiana* sobre ninfas de *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Miridae) disminuye el 42,9% de la población de ninfas de la chinche de la fresa (*Fragaria x ananassa* (Duchesne) y mejora el rendimiento y la calidad de los frutos.

Las aplicaciones de *M. anisopliae* en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) han mostrado que el hongo reduce el índice de daño provocado por *Spodoptera frugiperda* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo lo que significa que disminuye la población larval del cogollero. De igual forma, las aplicaciones de diferentes cepas y dosis de *M. anisopliae*, en la caña de azúcar (*Sacharum* sp híbrido) para el control de las poblaciones de ninfas de *Aeneolamia varia* (Fabricius) (Hemiptera: Cercopidae) han logrado porcentajes de mortalidad que oscilan entre 66 y 72% y evidencian el incremento de la mortalidad cuando se aumenta la dosis de aplicación del microorganismo.

Por otra parte, las aplicaciones foliares de *Isaria fumosorosea* Wize en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) infestadas con diferentes estadios ninfales de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) provocaron un 78.3% de mortalidad en las ninfas de la plaga y convirtieron al hongo entomopatógeno en una alternativa promisorio para el manejo integrado de la mosca blanca.

CONCLUSIONES

La presencia natural de los hongos entomopatógenos en los agroecosistemas constituye el punto de partida

para la identificación y aislamiento de especies de interés agronómico. El conocimiento del modo de acción de los hongos entomopatógenos permite enfocar la estrategia de aplicación de estos microorganismos en el campo, mientras que las caracterizaciones morfológicas, biológicas y moleculares posibilitan no sólo la selección de los aislamientos en función de su virulencia; sino que permiten conocer la diversidad genética de los aislamientos de una misma especie. Los resultados de las aplicaciones en campo de los hongos entomopatógenos demuestran sus potencialidades de uso masivo en los programas de lucha biológica contra los artrópodos plagas de los cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berlanga, A. M., Ayala, M. A., Gallou, A., Serna, M. G., Montesinos, R., & Arredondo, H. C. (2016). Identificación de *Lecanicillium longisporum* asociado a *Melanaphissacchari* (Hemiptera: Aphididae) en sorgo. *Rev. Mex. Mic.*, 44, 51- 54. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802016000200051
- Borges, D., Díaz, A. O., San Juan, A. N., & Gómez, E. (2010). Metabolitos secundarios producidos por hongos entomopatógenos. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 44(3), 49-55. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120684008>
- Cabrera, R. I., Cueto, J. R., & Otero, G. (2008). Los enemigos naturales de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) en Cuba y sus perspectivas para el manejo de la plaga. *Fitosanidad*, 12(2), 99 - 107. Recuperado de <http://www.fitosanidad.cu/index.php/fitosanidad/article/view/185>
- Carzola, D. J., & Morales, P. (2011). Estudio histopatológico y ultraestructural de la infección de *Beauveria bassiana* (Ascomycota) sobre *Rhodnius prolixus* (Triatominae). *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 51(1), 71-79. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262669869_Estudio_histopatologico_y_ultraestructural_de_la_infeccion_de_Beauveria_bassiana_Ascomycota_sobre_Rhodnius_prolixus_Triatominae
- Carzola, D.J., & Morales, P. (2016). Efecto de formulaciones acuosas y aceitosas de 13 aislamientos nativos de *Beauveria bassiana* (Ascomycota) sobre *Rhodnius prolixus* (Triatominae) bajo condiciones experimentales. *Rev. Invest. Vet. Perú*, 27(4), 771 -782. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/12564>
- Estrada, M. E., Romero, M., Rivero, M. J., & Barroso, F. (2004). Presencia natural de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* sp híbrido) en Cuba. *Rev. Iberoam. Micol.*, 21, 42 - 43. Recuperado de <http://www.reviberoammicol.com/2004-21/042043.pdf>
- Estrada, M. E., & Piñón D. (2006). Variabilidad de las isoenzimas esterasas de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Fitosanidad*, 10(4), 279 - 283. Recuperado de <http://www.actaf.co.cu/revistas/fitosanidad/2006/2006-10-4/Art.%205.pdf>
- Estrada, M. E., Rivero, M. J., & Benito, C. (2010). Molecular characterization and application of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin in the biological control against *Diatraea saccharalis* (Fabricius). *Int. Soc.Sugar. Cane. Technol.*, 27, 1- 8.
- Estrada, M. E., & Ojeda, R. (2017). Caracterización patogénica del hifomiceto entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Revista CUMBRES*, 31(1), 69 - 75. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6550743.pdf>
- Ferron, P. (1985). *Fungal Control*. En, G. A. Kerkut and L. I. Gilbert (Eds), *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*. (313 – 346). Oxford: Pergamon Press.
- García, J., et al. (2014). Variabilidad de cepas de *Metarhizium anisopliae* var, *anisopliae* en base a polimorfismos de ADN amplificados al azar. *Phyton*, 83, 37- 43. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1851-56572014000100005
- Lopes, R. B., Silva, S. D., Tigano, M. S., & Bootton, M. (2012). Entomopathogenic fungi as potential control agents against the Brazilian ground pearl *Eurhizococcus brasiliensis* (Hemiptera: Margarodidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 38(2), 247- 251. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882012000200014
- Muñoz, X. C., et al. (2017). Insecticidas biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* Smith, su incidencia en el rendimiento. *Centro Agrícola*, 44(3), 20 - 27. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000300003
- Noma, T., & Strickler K. (1999). Factors affecting *Beauveria bassiana* for control of Lygus bug (Hemiptera: Miridae) in alfalfa seed fields. *J. Agri. Urban Entomology*, 16 (4), 215 - 233. Recuperado de <http://scentsoc.org/Volumes/JAUE/v16/215.pdf>
- Obando, J. A., Bustillo, A. E., Castro, U., & Mesa, N. C. (2014). Selección de cepas de *Metarhizium anisopliae* para el control de *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae), 39(1), 26 - 33. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v39n1/v39n1a05.pdf>

- Palma, L., & del Valle, E. E. (2015). The fungus *Nomuraea rileyi* growing on dead larvae of *Anticarsia gemmatalis* associated with soybean plants (*Glycine max*) in Esperanza (Argentina). *Rev. Argent. Microbiol.*, 47(3), 277 - 278. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26364184>
- Parthiban, P., Murali, R. K., Chinniah, C., Ravikumar, A., & Thagavel, K. (2018). Genetic improvement of fungal pathogens. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 8(1), 4 - 9.
- Peteira, B., González, Y., Arias, Y., Fernández, A., Miranda, I., & Martínez, B. (2011). Caracterización bioquímica de seis aislamientos de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Revista de Protección Vegetal*, 26(1), 16-22. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522011000100003
- Svedese, V. M., Vieira, P., Pereira, J. D., Mesquita, L., Alves, E. A., Figueiredo, A. L. (2013). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and production of cuticle-degrading enzymes in the presence of *Diatraea saccharalis* cuticle. *African Journal of Biotechnology*, 12(46), 6491-6497. Recuperado de <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/130627>
- Vázquez, L., et al. (2010). Ocurrencia de epizotias causadas por *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. en poblaciones de la broca del café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari) en las zonas cafetaleras de Cuba. *Fitosanidad*, 14(2), 111- 116. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1562-30092010000200006&script=sci_abstract