



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

USO DE BOUVERIA SPP. EN EL CONTROL DE PICUDO Y NEMATODOS
FITOPATOGENOS EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA AAA).

AREVALO RAMON ELVIS GONZALO
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

USO DE BOUVERIA SPP. EN EL CONTROL DE PICUDO Y
NEMATODOS FITOPATOGENOS EN EL CULTIVO DE BANANO
(MUSA AAA).

AREVALO RAMON ELVIS GONZALO
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EXAMEN COMPLEXIVO

USO DE BOUVERIA SPP. EN EL CONTROL DE PICUDO Y NEMATODOS
FITOPATOGENOS EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA AAA).

AREVALO RAMON ELVIS GONZALO
INGENIERO AGRÓNOMO

JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON

MACHALA, 06 DE JULIO DE 2018

MACHALA
06 de julio de 2018

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado USO DE BOUVERIA SPP. EN EL CONTROL DE PICUDO Y NEMATODOS FITOPATOGENOS EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA AAA), hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON
0703178913
TUTOR - ESPECIALISTA 1



LUNA ROMERO ANGEL EDUARDO
0704361831
ESPECIALISTA 2



HERRERA REYES SAYDA NOEMI
0704082015
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: jueves 12 de julio de 2018 - 15:00

Urkund Analysis Result

Analysed Document: ELVIS_GONZALO_ARÉVALO_RAMON.docx (D40267272)
Submitted: 6/19/2018 10:29:00 PM
Submitted By: ejaramillo@utmachala.edu.ec
Significance: 5 %

Sources included in the report:

TESIS KEVIN ZAPATA.doc (D21344721)
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/09/Sandoval-Mario.pdf>
http://www.musalit.org/viewPdf.php?file=IN010181_spa.pdf&id=14071
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0151001>
<https://www.thefreelibrary.com/Infestation+of+the+banana+root+borer+among+different+banana+plant...-a0488820676>

Instances where selected sources appear:

7

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, AREVALO RAMON ELVIS GONZALO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado USO DE BOUVERIA SPP. EN EL CONTROL DE PICUDO Y NEMATODOS FITOPATOGENOS EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA AAA)., otorga a la Universidad Técnica de Machalá, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 06 de julio de 2018


AREVALO RAMON ELVIS GONZALO
0704341841

RESUMEN

USO DE *BEAUVERIA SPP.* EN EL CONTROL DE PICUDO Y NEMATODOS FITOPATOGENOS EN EL CULTIVO BANANO (*MUSA AAA*)

Autor

Elvis Gonzalo Arévalo Ramón

Tutor:

Ing. Edwin Jaramillo Aguilar Mg. Sc

El Banano (*Musa spp.*) es uno de los frutos más importante, principalmente en el consumo humano. Ecuador es el mayor exportador de banano a nivel mundial. Considerando al banano como uno de los productos con mayor producción agrícola. Presenta varias plagas como son hongos, insectos y nematodos, los cuales causan pérdidas de rendimiento hasta el 75%. Los nematodos por su tamaño microscópico pasan generalmente inadvertido, ocasionando gran impacto en las regiones tropicales y subtropicales. Ocasionan daños al sistema radicular provocando un retardo en el desarrollo de la planta, prolonga la fructificación, disminuye el peso del racimo y la vida productiva. Por otro lado, el picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*, (Coleoptera: *Curculionidae*), es una de las principales limitantes para la producción de banano, ocasiona daños en la raíz y la base del pseudotallo, perforando agujeros donde ovipositan las hembras, estas larvas perforan el cormo y el pseudotallo provocando una pérdida de rendimiento hasta el 100 %. Existen varios métodos de control, entre ellos el control biológico, ya que actualmente la tendencia de la agricultura se direcciona a un manejo sostenible y sustentable, en este sentido, se puede destacar los biocontroladores como *Beauveria bassiana*. Siendo estos hongos entomopatógenos agentes de biocontrol muy respetuosos con el medio ambiente y muestran gran potencial para el control de algunas especies plaga del orden coleóptero. De hecho, estos organismos han sido ampliamente investigados, como agentes de control biológico de insectos plaga en los intentos de mejorar la sostenibilidad de la protección de los cultivos.

Palabras clave: banano, nematodos, *Beauveria bassiana*

SUMMARY

USE OF BEAUVERIA SPP. IN THE CONTROL OF BOLL WEEVILS AND NEMATODES PATHOGENS IN THE CULTIVATION BANANA (MUSA AAA)

Author

Elvis Gonzalo Arévalo Ramón

Tutor:

Ing. Edwin Jaramillo Aguilar Mg. Sc

The Banana (*Musa* spp.) is one of the most important fruits mainly in human consumption. Ecuador is the largest banana exporter in the world. Considering the banana as one of the products with greater agricultural production. Presents several pests such as fungi, insects and nematodes, which cause yield losses of up to 75%. The nematodes by its microscopic in size usually spend unnoticed, causing great impact in tropical and subtropical regions. Cause damage to the root system causing a delay in the development of the plant, prolongs fruiting, decreases the weight of the bunch and productive life. On the other hand, the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae), is one of the main limiting for the production of bananas, causes damage to the root and the base of the pseudostem, drilling holes where oviposit females, these larvae bore into the corm and pseudostem causing a loss of performance up to 100 %. There are several methods of control, including biological control, since currently the trend of agriculture is routed to a sustainable management and sustainable, in this sense, you can highlight the biocontrol as *Beauveria bassiana*. Being these entomopathogenic fungi biocontrol agents very respectful with the environment and show great potential for control of some pest species of the order Coleoptera. In fact, these organisms have been extensively investigated, as agents of biological control of insect pests in attempts to improve the sustainability of crop protection.

Key words: bananas, nematodes, *Beauveria bassiana*,

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Cultivo de banano	3
2.2. Plagas del banano.....	3
2.2.1. Picudo negro <i>Cosmopolites sordidus</i> , (Coleoptera: <i>Curculionidae</i>)..	3
2.2.2. Nematodos	4
2.3. Métodos de control	6
2.3.1. Control cultural	6
2.3.2. Control químico	6
2.3.3. Control biológico	6
2.3.3.1. Hongos entomopatógenos	6
2.4. <i>Beauveria bassiana</i>	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4. CONCLUSIONES.....	14
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Daños causados por el picudo negro en un rizoma de banano mostrando varias galerías.....	4
Figura 2. Planta volcada por debilitamiento de la raíz.	5

1. INTRODUCCIÓN

El Banano (*Musa spp.*) es uno de los frutos más importante, principalmente en el consumo humano (Ortiz & Swennen, 2014; Ploetz, 2015). Cultivado ampliamente en regiones tropicales y subtropicales (Ravi et al., 2013). Ecuador es el mayor exportador de banano en el mundo. Considerando al banano como uno de los productos con mayor producción agrícola (Iriarte, Gabriela, & Villalobos, 2014).

El rendimiento global del banano, se ve gravemente afectado por hongos, insectos y nematodos, que causan pérdidas de rendimiento de hasta el 75% (Hölscher et al., 2014). Los nematodos por su tamaño microscópico pasan generalmente inadvertido, ocasionando un gran impacto en las regiones tropicales y subtropicales, donde existe una gran diversidad de especies (Kyndt, Fernandez, & Gheysen, 2014).

Los nematodos tienden a dañar las raíces ocasionando que la planta no suministre los nutrientes y agua necesaria, lo cual produce un retardo en el crecimiento de la planta, alarga el tiempo de fructificación, reduce el peso del racimo y disminuye la vida productiva de la plantación (Dubois & Coyne, 2013; Waweru et al., 2014).

Por otro lado, el picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*, (Coleoptera: Curculionidae), es una de las principales limitantes para la producción de banano a nivel mundial (Lopes et al., 2013; Bortoluzzi et al., 2013). Ocasiona daños en la base del pseudotallo perforando agujeros donde ovipositan las hembras, luego que eclosionan, las larvas perforan el cormo y el pseudotallo ocasionando una pérdida de rendimiento hasta el 100 % (MONGYEH, NDAMUKONG, & OKOLLE, 2015).

Entre los sistemas de control de plagas y enfermedades que existen, el control biológico es el más destacado, debido que actualmente la tendencia de la agricultura se direcciona a un manejo sostenible y sustentable, en este sentido, se puede destacar los biocontroladores tal como es la *Beauveria bassiana* (Moura & Stefan, 2016). Según Rosso & Etcheverry, (2013); Wang & Feng, (2014) mencionan que los hongos entomopatógenos como agentes de biocontrol

son muy respetuosos con el medio ambiente y han mostrado potencial para el control de algunas especies plaga del orden coleóptero (Alberto et al., 2016).

Según Khosravi & Sendi (2014) describen a los hongos entomopatógenos como el primer grupo, considerado como agentes de control biológico. De hecho, estos organismos han sido ampliamente investigados, como agentes de control biológico de insectos plaga en los intentos de mejorar la sostenibilidad de la protección de los cultivos (Fancelli et al., 2013).

En virtud de lo expuesto se plantea el siguiente objetivo:

Objetivo general:

- Realizar análisis explorado de artículos científicos en base de datos de revistas indexadas en el uso de *Beauveria bassiana* en el control de picudo y nematodos fitopatógenos en el cultivo Banano (*Musa AAA*).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de banano

Según Irish et al. (2013), los bananos (incluyendo plátanos) (*Musa spp.*) son gigantes monocotiledóneas cultivadas en casi 120 países de las regiones tropicales y subtropicales. Pertenece a la familia de las *Musaceae* (Kamal, Ali, & Alam, 2015). Y forman el cuarto cultivo alimentario más importante en los países en desarrollo después del arroz, el maíz y el trigo (Rustagi, Jain, & Kumar, 2015).

Según Rustagi et al., (2015) el banano tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Orden: *Zingiberales*

Familia: *Musaceae*

Género: *Musa spp*

El subgrupo Cavendish representa casi el 47% de la producción de bananos. Se cultiva principalmente en América Latina y el Caribe, pero también en Asia (Filipinas) y en África (Camerún, Marfil Coastand Canarias SP) (Cosoveanu et al., 2016). Este cultivo es susceptible a ciertas plagas y enfermedades, las incidencias que pueden afectar negativamente el crecimiento y la producción (Cosoveanu et al., 2016).

2.2. Plagas del banano

Dos importantes plagas afectan la productividad del banano por daños en el tallo y el sistema radical. Estos son el picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus*) y nematodos parásitos de diversas especies (Length, 2013).

2.2.1. Picudo negro *Cosmopolites sordidus*, (Coleoptera: Curculionidae).

El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: *Curculionidae*) es reconocida como la principal plaga de los bananos y plátanos (*Musa spp.*) (Uzakah et al., 2015).

Según Akello et al., (2008) y González et al., (2017) indican que la actividad de estos insectos interfieren con el desarrollo de la raíz y la absorción de nutrientes,

causan perforaciones dañando rizomas y pseudotallos (**figura 1**), de lo cual reducen el vigor de la planta, retrasan la floración, senescencia foliar prematura y llenado del fruto, aumentan la susceptibilidad a plagas y enfermedades, y, finalmente, en la disminución de los rendimientos debido a la pérdida de plantas.



Figura 1. Daños causados por el picudo negro en un rizoma de banano mostrando varias galerías.

Fuente:

https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/696_ES.pdf

2.2.2. Nematodos

En los últimos años, el cultivo intensivo de banano en una escala comercial está amenazada por varias plagas y enfermedades. Entre los principales factores bióticos destaca, nematodos parásitos de plantas representan un enorme desafío para la producción de banano. El nematodo de preocupación importante en la producción de banano en todo el mundo es el nematodo barrenador, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne (Seenivasan et al., 2013).

Nematodos parásitos de plantas (PPNs) llevan la grave carga económica a los agricultores de todo el mundo, causando pérdidas de cosecha estimada por valor

de más de US \$157 mil millones cada año. Sobre la base de sus mecanismos de alimentación, los PPNs se clasifican en tres grandes grupos: los ectoparásitos migratorias (por ejemplo, *Belonolaimus* spp., *Xiphenema* spp., y *Trichodorus* spp.), los endoparásitos migratorios (por ejemplo, *Pratylenchus* spp. y *Radopholus* spp.) y los endoparásitos sedentarios (por ejemplo, los nematodos agalladores (RKNs) (*Meloidogyne* spp.) y los nematodos de los quistes (CNs) (*Heterodera* spp. y *Globodera* spp.) (Li et al., 2015).



Figura 2. *Planta volcada por debilitamiento de la raíz.*

Fuente: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092016000100116

Los nematodos atacan los tejidos de la raíz y el rizoma causando daños que pueden resultar en la prolongación del ciclo de crecimiento vegetativo, producción de racimos pequeños, acorta la vida de la unidad de producción y el derrocamiento de las plantas (**figura 2**). Además, las lesiones inducidas por nematodos raíz proporcionan una entrada de hongos y bacterias, las cuales contribuyen a dañar aún más el sistema radicular (Seenivasan et al., 2013).

El control biológico mediante la utilización de los microorganismos del suelo es otra opción, que es frecuentemente propuesto para el control de nematodos parásitos de plantas (Koffi, Vos, Draye, & Declerck, 2013).

2.3. Métodos de control

2.3.1. Control cultural

En plantaciones orgánicas, medidas de control cultural son cruciales para prevenir la creación de *C. sordidus* y son los únicos medios disponibles. Estas medidas incluyen el uso de material de plantación limpio, cultivos intercalados, destrucción de residuos después de la cosecha y la colocación de trampas con pseudotallos (González et al., 2017).

2.3.2. Control químico

Los métodos de control de *C. sordidus* es variable dependiendo del tipo de plantación bananera. En las plantaciones comerciales, el control químico es el método más difundido (González et al., 2017). Considerado por los agricultores como fácil de administrar, actuación rápida y eficaz (W Tinzaara et al., 2015).

Además, el control químico no es siempre eficaz, ya sea debido a la aparición de cepas resistentes o la falta de moléculas eficaces contra algunas enfermedades. Por lo tanto, refuerza así las necesidades de desarrollo de variedades de resistencia a las principales plagas y enfermedades mediante programas de mejora genética (Luyckx et al., 2016).

2.3.3. Control biológico

2.3.3.1. Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos son de gran interés científico porque permiten el análisis de interacciones virus-huésped y pueden ser utilizados como agentes de control biológico de plagas de insectos (Virol, Jana, & Robert, 2015). Son considerados importantes reguladores de poblaciones de insectos por su amplio potencial como mycopesticidas (Parsa, Ortiz, & Vega, 2013). Además de ser efectivo es económico y ecológico (Biswas et al., 2013).

Así, el uso de agentes de control biológico, tales como los hongos entomopatógenos, ha sido considerado una alternativa útil para el control de plagas. De hecho, *Beauveria bassiana* es uno de los hongos entomopatógenos más estudiados a nivel mundial, controlando *C. sordidus* (Fancelli et al., 2013).

El uso de hongos entomopatógenos para el control de poblaciones de *C. sordidus* es un método de control biológico que presenta una prometedora alternativa a los medios convencionales (González et al., 2017).

Control biológico de conservación es la modificación del medio ambiente o las prácticas existentes para proteger y mejorar microorganismos antagonistas para reducir los daños de las plagas (Timper, 2014).

El uso de plaguicidas biológicos como alternativa a pesticidas sintéticos en la producción agrícola está aumentando rápidamente debido a las preocupaciones del público sobre la salud humana, la seguridad agroalimentaria de los productos consumidos y el impacto en el medio ambiente (Woo et al., 2014).

El control biológico ha demostrado efectividad, siendo un método ecológicamente amigable y económico para reducir los daños de plagas. Definido en términos generales, el control biológico se refiere a la utilización de organismos vivos o sus metabolitos para reducir el impacto de la enfermedad o de la densidad de población de un organismo plaga específica. En el ecosistema del suelo, ciertos microorganismos, como hongos y bacterias, tienen sofisticadas estrategias para atrapar, matar y digerir PPNs, a menudo dirigidos a determinados estadios del desarrollo de sus ciclos de vida. Sus potentes efectos contra PPNs hacen que estas especies vivientes del suelo ideal de agentes de control biológico (Li et al., 2015).

Según González et al., (2017) indica que en la agricultura, el uso de hongos entomopatógenos se considera una práctica sostenible en el marco de la gestión integrada de plagas, como este método representa una forma más natural de las plagas. Además, los hongos entomopatógenos son compatibles unos con otros; por lo tanto, las mezclas de diferentes especies pueden ser utilizados para incrementar los efectos deseados contra las plagas de insectos, reduciendo así la cantidad de insecticidas químicos que se usan y minimizando los riesgos de contaminación ambiental y la resistencia a las plagas.

2.4. *Beauveria bassiana*

Los entomopatógenos como deuteromycota, *Beauveria bassiana* es un biocontrolador importante de insectos y ha sido desarrollado como un insecticida

microbiano para utilizar en contra de muchas de las principales plagas de artrópodos (Arooni Hesari, Talaei Hassanloui, & Sabahi, 2015; Virol & Petrzik, 2015).

El hongo *Beauveria bassiana* (Bb) ha demostrado potencial como agente de control biológico de insectos, y conocer sus mecanismos de virulencia es esencial para demostrar la solidez de su uso (Biswas, Dey, & Endophyte, 2015; Valero Jiménez, Wieggers, Zwaan, Koenraad, & Kan, 2016). Se ha reportado para el control de muchas plagas de cultivos la aplicación exógena de Bb con formulaciones en spray (Biswas, Dey, & Satpathy, 2013).

El papel de Bb como una herramienta entre muchas en el manejo integrado de plagas, en lugar de un enfoque de gestión independiente, debe ser mejor desarrollada a través de la gama de sistemas de cultivo (Moura & Stefan, 2016). Las esporas del hongo Bb entran en contacto con la cutícula del insecto susceptible, las esporas germinan y crecen directamente a través de la cutícula del cuerpo interior del insecto. Aquí el hongo prolifera en todo el cuerpo del insecto y produce toxinas, vaciado del insecto de nutrientes y eventualmente matarlo. Bb es considerado un patógeno virulento contra el picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: *Curculionidae*) (Hlerema, Laurie, & Eiasu, 2017).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de la presente investigación se recopilaron de artículos científicos indexados en diferentes bases de datos.

Se procedió a realizar una tabla resumen para una mejor comprensión de la información obtenida:

Cuadro 1. Resumen de estudios sobre *Beauveria bassiana*

Autor	Nombre articulo	Nombre revista	Cultivo	Insecto plaga
Godonou, Green, Oduro, & Lomer. (2000)	Field Evaluation of Selected Formulations of <i>Beauveria bassiana</i> for the Management of the Banana Weevil (<i>Cosmopolites sordidus</i>) on Plantain (<i>Musa</i> spp., AAB Group)	Biocontrol Science and Technology	Banano	Picudo negro <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar) (Coleoptera: Curculionidae)
William Tinzaara, Dicke, Van huis, & Gold. (2002)	Use of infochemicals in pest management with special reference to the banana weevil, <i>Cosmopolites sordidus</i> (germar) (coleoptera: <i>Curculionidae</i>)	Insect Sci. Applic	Banano	Picudo negro del banano <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar).

Autor	Nombre articulo	Nombre revista	Cultivo	Insecto plaga
William Tinzaara et al. (2007)	The use of aggregation pheromone to enhance dissemination of <i>Beauveria bassiana</i> for the control of the banana weevil in Uganda	Biocontrol Science and Technology	Banano	Picudo negro <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar) (Coleoptera: Curculionidae)
Kaaya, Reddy, Kokwaro, & Munyinyi. (2008)	Biocontrol Science and Technology Pathogenicity of <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> and <i>Serratia marcescens</i> to the banana weevil <i>Cosmopolites sordidus</i>	Biocontrol Science and Technology	Banano	Picudo negro del banano <i>Cosmopolites sordidus</i>
Juliet Akello, Dubois, Coyne, & Kyamanywa. (2009)	The effects of <i>Beauveria bassiana</i> dose and exposure duration on colonization and growth of tissue cultured banana (<i>Musa</i> sp.) plants	Biological Control	Banano	Picudo negro del banano <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar).

Autor	Nombre articulo	Nombre revista	Cultivo	Insecto plaga
Juliet Akello et al. (2011)	<i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillemin as an endophyte in tissue culture banana (<i>Musa</i> spp.)	Journal of Invertebrate Pathology	Banano	<i>Cosmopolites sordidus</i>
Ferri et al. (2012)	Genetic Variability of <i>Beauveria bassiana</i> and a DNA Marker for Environmental Monitoring of a Highly Virulent Isolate Against <i>Cosmopolites sordidus</i>	Indian J Microbiol	Banano	El picudo negro del banano <i>Cosmopolites sordidus</i>
Alpizar, Fallas, Oehlschlager, & Gonzalez. (2012)	Management of <i>Cosmopolites sordidus</i> and <i>Metamasius hemipterus</i> in Banana by Pheromone-Based Mass Trapping	J Chem Ecol	Banano	<i>Cosmopolites sordidus</i> (Coleoptera, Curculionidae) y <i>Metamasius hemipterus</i> (Coleoptera, Curculionidae)
Lopes et al. (2013)	Diversity of indigenous <i>Beauveria</i> and <i>Metarhizium</i> spp. in a commercial banana field and their virulence toward <i>Cosmopolites sordidus</i> (Coleoptera: Curculionidae)	Fungal Ecology	Banano	El picudo negro del banano <i>Cosmopolites sordidus</i>

Autor	Nombre articulo	Nombre revista	Cultivo	Insecto plaga
Biswas et al. (2013)	Endophytic colonization of white jute (<i>Corchorus capsularis</i>) plants by different <i>Beauveria bassiana</i> strains for managing stem weevil (<i>Apion corchori</i>)	Phytoparasitica	Yute blanco (<i>Corchorus capsularis</i>)	Picudo del tallo (<i>Apion corchori</i>)
Latifian & Rad. (2016)	Pathogenicity of the entomopathogenic fungi <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillmin, <i>Beauveria brongniartii</i> Saccardo and <i>Metarhizium anisopliae</i> Metsch to adult <i>Oryctes elegans</i> Prell and effects on feeding and fecundity	International Journal of Agriculture and Crop Sciences	Palma	<i>Oryctes elegans</i> (Coleoptera: Scarabeidae)
Hlerema et al. (2017)	Preliminary observations on use of <i>Beauveria bassiana</i> for the control of the sweet potato weevil (<i>Cylas</i> sp.) in South Africa	Open Agriculture	Camote	<i>Curculionidae</i> (<i>Cylas puncticollis</i> y <i>C. formicarius</i>)

Autor	Nombre articulo	Nombre revista	Cultivo	Insecto plaga
(González et al., 2017)	Suitability of <i>Cordyceps bassiana</i> and <i>Metarhizium anisopliae</i> for biological control of <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar) (Coleoptera: <i>Curculionidae</i>) in an organic Mexican banana plantation: laboratory and field trials	Plant Dis Prot	Banano	El picudo negro del banano <i>Cosmopolites sordidus</i>

4. CONCLUSIONES

Se puede observar que la mayoría de los estudios del hongo biocontrolador *Beauveria bassiana* se han realizado sobre insectos plaga de los Coleópteros.

Específicamente en banano se han estudiado los beneficios del biocontrolador en *Cosmopolites sordidus*.

Beauveria bassiana es una buena opción de control de coleópteros, para los bananeros con certificación orgánica.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akello, J., Dubois, T., Coyne, D., & Kyamanywa, S. (2008). Endophytic *Beauveria bassiana* in banana (*Musa spp.*) reduces banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) fitness and damage. *Crop Protection*, 27(11), 1437–1441. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.07.003>
- Akello, J., Dubois, T., Coyne, D., & Kyamanywa, S. (2009). The effects of *Beauveria bassiana* dose and exposure duration on colonization and growth of tissue cultured banana (*Musa sp.*) plants. *Biological Control*, 49(1), 6–10. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.06.002>
- Akello, J., Dubois, T., Gold, C. S., Coyne, D., Nakavuma, J., & Paparu, P. (2011). *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) Vuillemin as an endophyte in tissue culture banana (*Musa spp.*). *Journal of Invertebrate Pathology*, 96(2007), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2007.02.004>
- Alberto, S., Ortiz, M., Ruiz, J. G., López-guillén, G., López, L. C., & Valle, J. (2016). Evaluation of the Pathogenicity of Isolates of *Beauveria bassiana* Against *Rhyssomatus nigerrimus*. *Southwestern Entomologist*, 41.
- Alpizar, D., Fallas, M., Oehlschlager, A. C., & Gonzalez, L. M. (2012). Management of *Cosmopolites sordidus* and *Metamasius hemipterus* in Banana by Pheromone-Based Mass Trapping. *J Chem Ecol*, 245–252. <https://doi.org/10.1007/s10886-012-0091-0>
- Aroni Hesari, M., Talaei Hassanloui, R., & Sabahi, Q. (2015). Simultaneous Use of Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* and Diatomaceous Earth against the Larvae of Indian Meal Moth , *Plodia interpunctella*. *Bioscience and Biotechnology*, (August), 501–507.
- Biswas, C., Dey, P., & Endophyte, S. Á. (2015). SHORT COMMUNICATION A method of multiplex PCR for detection of field released *Beauveria bassiana* , a fungal entomopathogen applied for pest management in jute (*Corchorus olitorius*). *World J Microbiol Biotechnol*. <https://doi.org/10.1007/s11274-015-1821-6>
- Biswas, C., Dey, P., & Satpathy, S. (2013). Endophytic colonization of white jute (*Corchorus capsularis*) plants by different *Beauveria bassiana* strains for

- managing stem weevil (*Apion corchori*). *Phytoparasitica*, *41*, 17–21.
<https://doi.org/10.1007/s12600-012-0257-x>
- Bortoluzzi, L., Alves, L. F. A., Alves, V. S., & Holz, N. (2013). ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES AND THEIR INTERACTION WITH CHEMICAL INSECTICIDE AIMING AT THE CONTROL OF BANANA WEEVIL BORER , *COSMOPOLITES SORDIDUS* GERMAR (COLEOPTERA : CURCULIONIDAE). *Arq. Inst. Biol.*, *80*, 183–192.
- Cosoveanu, A., Martin, E. T., Marino, C. G., Reina, M., Flavin, R. M., & Cabrera, R. (2016). Endophytic Fungi Isolated from *Musa acuminata* “ Dwarf Cavendish ” and their Activity against Phytopathogenic Fungi. *J. Agr. Biotechnol*, (May).
- Dubois, T., & Coyne, D. (2013). Potential biological control of lesion nematodes on banana using Kenyan strains of endophytic *Fusarium oxysporum*. *Nema*, *15*, 101–107.
- Fancelli, M., Dias, A. B., Júnior, I. D., Jesus, S. C. De, Souza, A., Oliveira, S. De, ... Alberto, C. (2013). *Beauveria bassiana* Strains for Biological Control of *Cosmopolites sordidus* (Germ .) (Coleoptera : Curculionidae) in Plantain. *BioMed REsearch International*, *2013*, 7.
- Ferri, D. V, Munhoz, C. F., Neves, P. M. O., Ferracin, L. M., Sartori, D., Vieira, M. L. C., & Fungaro, M. H. P. (2012). Genetic Variability of *Beauveria bassiana* and a DNA Marker for Environmental Monitoring of a Highly Virulent Isolate Against *Cosmopolites sordidus*. *Indian J Microbiol*, *52*(4), 569–574.
<https://doi.org/10.1007/s12088-012-0292-9>
- Godonou, I., Green, K. R., Oduro, K. A., & Lomer, C. J. (2000). Field Evaluation of Selected Formulations of *Beauveria bassiana* for the Management of the Banana Weevil (*Cosmopolites sordidus*) on Plantain (*Musa* spp ., AAB Group). *Biocontrol Science and Technology*, *3157*, 779–788.
- González, D., Ávalos, M., Gutiérrez, R., Chan, W., Molina, J., & Galindo, E. (2017). Suitability of *Cordyceps bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for biological control of *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera : Curculionidae) in an organic Mexican banana plantation : laboratory and

- field trials. *Plant Dis Prot.* <https://doi.org/10.1007/s41348-017-0126-4>
- Hlerema, I., Laurie, S., & Eiasu, B. (2017). Preliminary observations on use of *Beauveria bassiana* for the control of the sweet potato weevil (*Cylas* sp .) in South Africa. *Open Agriculture*, 2, 595–599.
- Hölscher, D., Dhakshinamoorthy, S., Alexandrov, T., & Becker, M. (2014). Phenalenone-type phytoalexins mediate resistance of banana plants (*Musa* spp .) to the burrowing nematode *Radopholus similis*. *Agricultural Sciences*, 111(1), 1–6. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314168110>
- Iriarte, A., Gabriela, M., & Villalobos, P. (2014). Science of the Total Environment Carbon footprint of premium quality export bananas : Case study in Ecuador , the world ’s largest exporter. *Science of the Total Environment*, The, 472, 1082–1088. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.072>
- Irish, B. M., Goenaga, R., Rios, C., Chavarria-carvajal, J., & Ploetz, R. (2013). Evaluation of banana hybrids for tolerance to black leaf streak (*Mycosphaerella fi jiensis* Morelet) in Puerto Rico. *Crop Protection*, 54, 229–238. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.09.003>
- Kaaya, Reddy, S., Kokwaro, & Munyinyi. (2008). Biocontrol Science and Technology Pathogenicity of *Beauveria bassiana* , *Metarhizium anisopliae* and *Serratia marcescens* to the banana weevil *Cosmopolites sordidus*. *Biocontrol Science and Technology*, (November 2013), 37–41. <https://doi.org/10.1080/09583159309355274>
- Kamal, S., Ali, A., & Alam, F. (2015). Cost and return analysis of banana cultivation under institutional loan in. *International Journal of Natural and Social Sciences*, 2, 19–27.
- Khosravi, R., & Sendi, J. J. (2014). Virulence of four *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) (*Asc* ., *Hypocreales*) isolates on rose sawfly , *Arge rosae* under laboratory condition. *JOURNAL OF KING SAUD UNIVERSITY - SCIENCE*. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2014.04.003>
- Koffi, M. C., Vos, C., Draye, X., & Declerck, S. (2013). Effects of *Rhizophagus irregularis* MUCL 41833 on the reproduction of *Radopholus similis* in banana plantlets grown under in vitro culture conditions. *Mycorrhiza*, 23, 279–288.

<https://doi.org/10.1007/s00572-012-0467-6>

- Kyndt, T., Fernandez, D., & Gheysen, G. (2014). Plant-Parasitic Nematode Infections in Rice: Molecular and Cellular Insights. *Annual Review of Phytopathology*, (May), 1–19. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-102313-050111>
- Latifian, M., & Rad, B. (2016). Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillmin , *Beauveria brongniartii* Saccardo and *Metarhizium anisopliae* Metsch to adult *Oryctes elegans* Prell and effec. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, (September).
- Length, F. (2013). Agrobacterium mediated transformation of banana (*Musa sp* .) cv . Sukali Ndiizi (ABB) with a modified *Carica papaya* cystatin (CpCYS) gene. *African Journal of Biotechnology*, 12(15), 1811–1819. <https://doi.org/10.5897/AJB12.2478>
- Li, J., Zou, C., Xu, J., Ji, X., Niu, X., Yang, J., ... Zhang, K. (2015). Molecular Mechanisms of Microbe Interactions: Basis for Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. *The Annual Review of Phytopathology*, 53, 67–95. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080614-120336>
- Lopes, R. B., Mesquita, A. L. M., Tigano, M. S., Souza, D. A., & Hajek, A. E. (2013). Diversity of indigenous *Beauveria* and *Metarhizium* spp . in a commercial banana field and their virulence toward *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Fungal Ecology*, 6(5), 356–364. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2013.06.007>
- Luyckx, A., Lechaudel, M., Hubert, O., Salmon, F., & Brat, P. (2016). Banana Peel Physiological Post-Harvest Disorders: A Review. *MOJ Food Processing Y Technology*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.15406/mojfpt.2016.03.00060>
- MONGYEH, NDAMUKONG, & OKOLLE. (2015). Effects of insecticides with different modes of action in the control of banana weevils (*Cosmopolites sordidus*) in Cameroon. *JOURNAL OF THE CAMEROON ACADEMY OF SCIENCES*, 12(1).

- Moura, G., & Stefan, M. (2016). The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32, 177. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>
- Ortiz, R., & Swennen, R. (2014). From crossbreeding to biotechnology-facilitated improvement of banana and plantain. *Biotechnology Advances*, 32(1), 158–169. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.09.010>
- Parsa, S., Ortiz, V., & Vega, F. E. (2013). Establishing Fungal Entomopathogens as Endophytes: Towards Endophytic Biological Control. *Journal of Visualized Experiments*, (April), 1–5. <https://doi.org/10.3791/50360>
- Ploetz, R. C. (2015). Fusarium Wilt of Banana. *Phytopathology*, 105(June), 1512–1521.
- Ravi, I., Uma, S., Vaganan, M. M., & Mustafa, M. M. (2013). Phenotyping bananas for drought resistance INTRODUCTION IMPORTANCE OF BANANAS CULTIVATED AREA AND YIELD PERFORMANCE UNDER OPTIMAL. *Frontiers in Physiology*, 4(February), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00009>
- Rosso, P. B. L., & Etcheverry, A. N. M. (2013). Isolation and identification of entomopathogenic fungi and their evaluation against *Tribolium confusum*, *Sitophilus zeamais*, and *Rhyzopertha dominica* in stored maize. *J Pest Sci*, 86, 217–226. <https://doi.org/10.1007/s10340-012-0460-z>
- Rustagi, A., Jain, S., & Kumar, D. (2015). High Efficiency Transformation of Banana [*Musa acuminata* L . cv . Matti (AA)] for Enhanced Tolerance to Salt and Drought Stress Through Overexpression of a Peanut Salinity - Induced Pathogenesis - Related Class 10 Protein. *Mol Biotechnol*, 27–35. <https://doi.org/10.1007/s12033-014-9798-1>
- Seenivasan, N., Manoranjitham, S. K., Auxilia, J., & Soorianathasundaram, K. (2013). Management of nematodes in banana through bio-rational approaches. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 19(1), 38–44.
- Timper, P. (2014). Journal of nematology. *Journal of Nematology*, 46(2), 75–89.
- Tinzaara, W., Dicke, M., Van huis, A., & Gold, C. (2002). Review article u s e of

- infochemicals in pest management with special reference to the banana weevil, *cosmopolites sordidus* (germar) (coleoptera: curculionidae). *Insect Sci. Applic*, 22(4), 241–261.
- Tinzaara, W., Emudong, P., Nankinga, C., Tushemereirwe, W., Kagezi, G., Gold, C. S., ... Karamura, E. (2015). Enhancing dissemination of *Beauveria bassiana* with host plant base incision trap for the management of the banana weevil *Cosmopolites sordidus*. *African Journal of Agricultural*, 10(41), 3878–3884. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9882>
- Tinzaara, W., Gold, C. S., Dicke, M., Huis, A. V. A. N., Nankinga, C. M., Kagezi, G. H., & Ragama, P. E. (2007). The use of aggregation pheromone to enhance dissemination of *Beauveria bassiana* for the control of the banana weevil in Uganda. *Biocontrol Science and Technology*, 17(October 2006), 111–124. <https://doi.org/10.1080/09583150600937089>
- Uzakah, R. P., Odebiyi, J. A., Chaudhury, M. F. B., & Hassanali, A. (2015). Evidence for the presence of a female produced sex pheromone in the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera : Curculionidae). *Scientific Research and Essays*, 10(15), 471–481. <https://doi.org/10.5897/SRE2015.6187>
- Valero Jiménez, C. A., Wieggers, H., Zwaan, B. J., Koenraadt, C. J. M., & Kan, J. A. L. Van. (2016). Genes involved in virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 133, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.11.011>
- Virol, A., Jana, I. K., & Robert, S. (2015). Identification and sequence determination of a novel double- stranded RNA mycovirus from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*, 10–12. <https://doi.org/10.1007/s00705-014-2332-8>
- Virol, A., & Petrzik, K. (2015). Molecular characterization of a novel amalgavirus from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*, 0–3. <https://doi.org/10.1007/s00705-015-2416-0>
- Wang, C., & Feng, M. (2014). Advances in fundamental and applied studies in China of fungal biocontrol agents for use against arthropod pests. *Biological*

Control, 68, 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.06.017>

Waweru, B., Turoop, L., Kahangi, E., Coyne, D., & Dubois, T. (2014). Non-pathogenic *Fusarium oxysporum* endophytes provide field control of nematodes , improving yield of banana (*Musa sp*). *BIOLOGICAL CONTROL*, 74, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.04.002>

Woo, S. L., Ruocco, M., Vinale, F., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N., ... Manganiello, G. (2014). Trichoderma -based Products and their Widespread Use in Agriculture. *The Open Mycology Journal*, 71–126.