



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE CEPAS MONOSPÓRICAS Y POLIESPÓRICAS DE
HONGOS ENTOMOPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE
Cosmopolites sordidus (GERM.) EN EL CANTÓN EL CARMEN,
MANABÍ, ECUADOR.”**

AUTOR: FIALLOS COQUE KATHERINE ALEJANDRINA

TUTOR: Ing. GONZÁLEZ DÁVILA RICARDO PAÚL, M.C.

El Carmen, marzo del 2023

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 2
		Página II de 39

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión del Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría de la estudiante Fiallos Coque Katherine Alejandrina, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2021(2)-2022(1), cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es “Evaluación de cepas monospóricas y poliespóricas de hongos entomopatógenos para el control de *Cosmopolites sordidus* (Germ.) en el cantón El Carmen, Manabí, Ecuador”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 25 de enero de 2023.

Lo certifico,

Ing. González Dávila Ricardo Paúl, *M.C.*

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria.

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Evaluación de cepas monospóricas y poliespóricas de hongos entomopatógenos para el control de *Cosmopolites sordidus* (Germ.) en el cantón El Carmen, Manabí, Ecuador.

AUTOR: Fiallos Coque Katherine Alejandrina

TUTOR: Ing. González Dávila Ricardo Paúl, M.C.

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO Ing. López Mejía Francel Xavier PhD.

MIEMBRO Ing. Cedeño Zambrano José Randy Mg.

MIEMBRO Ing. Cobeña Zambrano Nexar Vismar Mg

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón a Dios gracias a él y a la vida que me permitió tener la dicha de cumplir este gran sueño, a mis padres por enseñarme que hay que soñar y que somos nosotros quienes ponemos los límites, a mis hermanos que también se han convertido en unos grandes profesionales que fueron mi ejemplo de seguir avanzando y como ultimo y no menos importante a la familia que forme gracias a ustedes por estar conmigo en cada momento que esto sea el comienzo de todo lo que tenemos que lograr juntos, siempre viviré agradecida con todos ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Dios Todopoderoso ya que sin él no hubiera logrado terminar mi carrera, a mis admirables Padres y en especial a mi Mamá quien creyó en mí desde el primer día que ingrese a la universidad.

A mi esposo Anthony por su gran apoyo y confianza en todo este trayecto, de igual manera a mis tres hermanos, y como lo más especial en mi vida mi pequeño Daniel quien desde que llegó, se convirtió en una inspiración más para creer en mí y esforzarme para ser su ejemplo que todo lo que él sueña lo puede hacer con esfuerzo, amor y dedicación.

Agradezco también a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí que me permitió formarme y a sus docentes que fueron unos grandes mentores en nuestra preparación profesional.

ÍNDICE

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN.....	II
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL.....	II
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO I.....	3
1 MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Generalidades	3
1.1.1 Control Biológico	3
1.1.2 Hongos entomopatógenos	3
1.2 <i>Beauveria Bassiana</i>	4
1.2.1 Taxonomía de <i>Beauveria Bassiana</i>	5
1.2.2 Modo de acción de <i>Beauveria bassiana</i>	5
1.3 <i>Metarhizium anisopliae</i>	6
1.3.1 Taxonomía de <i>Metarhizium anisopliae</i>	6
Según (Mancillas, 2011) se clasifica en:.....	6
1.3.2 Modo de acción de <i>Metarhizium anisopliae</i>	7
1.4 <i>Cosmopolites sordidus</i>	7
1.4.1 Taxonomía de <i>Cosmopolites sordidus</i>	8
1.4.2 Afectaciones de <i>Cosmopolites sordidus</i> en las musáceas	8
1.4.3 Métodos de control	8
CAPITULO II.....	9
2. INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	9
CAPÍTULO III	10
	VI

3	MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1	Localización de la unidad experimental	10
3.2	Caracterización agroecológica de la zona	10
3.3	Variables	10
3.3.1	Variable independiente	10
3.3.2	Variables dependientes	10
3.4	Métodos de investigación	11
3.5	Características de las Unidades Experimentales	11
3.6	Tratamientos	12
	Los tratamientos aplicados se muestran en a tabla 2:	12
3.7	Análisis estadístico	12
3.8	Materiales y equipos de campo	12
3.9	Materiales de oficina	13
3.10	Manejo del ensayo	13
3.10.1	Reproducción de cepas monospóricas y poliespóricas	13
3.10.2	Elaboración de trampas para captura de <i>Cosmopolites sordidus</i>	13
3.10.3	Captura de <i>Cosmopolites sordidus</i>	13
3.10.4	Desinfección de los picudos negros	14
3.10.5	Elaboración de tratamientos e infectación	14
3.10.6	Recolección de datos	14
	CAPÍTULO IV	15
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1	Número de <i>Cosmopolites sordidus</i> muertos en 40 días.....	15
4.2	Porcentaje de mortalidad	16
4.3	Dosis de hongos entomopatógenos que permiten eliminar el mayor porcentaje de picudo negro de Musa AAB.	18
4.4	Análisis Beneficio – Costo (B/C) de los tratamientos.....	18
	CAPITULO V.	20

CONCLUSIONES.....	20
CAPITULO VI.....	21
RECOMENDACIONES	21
BIBLIOGRAFIA	XXXV
ANEXOS	XXXVII

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad	10
Tabla 2. Tratamientos y dosis de hongos entomopatógenos para el control de picudo negro de Musa AAB, EL Carmen, Manabí, 2022.	12
Tabla 3. Esquema de ADEVA de la evaluación de cepas monospóricas y poliespóricas de hongos entomopatógenos para el control de <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germ.) en el cantón El Carmen, Manabí, Ecuador.	12
Tabla 4. Número de <i>Cosmopolites sordidus</i> muertos según tratamiento y tiempo.	15
Tabla 5. Número de <i>Cosmopolites sordidus</i> muertos según tratamiento y tiempo.	16
Tabla 6. Porcentaje de Mortalidad de <i>Cosmopolites sordidus</i> a los 40 días.	18
Tabla 7. Porcentaje de control del picudo negro según la dosis de hongos entomopatógenos	18
Tabla 8. Costo de los hongos entomopatógenos evaluados en el estudio	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas para implementación de trampa tipo Sándwich: A = aplicación de hongos entomopatógenos sobre corno base y contaminación de <i>Cosmopolites sordidus</i> . B = Cubierta con corno. C = Trampa completa.	11
Figura 2. Porcentaje de mortalidad de <i>Cosmopolites sordidus</i> según tratamiento y tiempo...	17

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. ADEVA de la evaluación de cepas monospóricas y poliespóricas de hongos entomopatógenos para el control de <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germ.) en el cantón El Carmen, Manabí, Ecuador.....	XXXVII
Anexo 2. Reproducción de hongos entomopatógenos en el laboratorio de microbiología de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen.....	XXXVII
Anexo 3. Captura para <i>Cosmopolites sordidus</i> en trampas de campo	XXXVII
Anexo 4. Aplicación de los Tratamientos de hongos entomopatógenos.....	XXXVIII
Anexo 5. Control de tratamientos y separación de <i>Cosmopolites sordidus</i> muertos	XXXVIII
Anexo 6. <i>Cosmopolites sordidus</i> infectado de <i>Beauveria Bassiana</i>	XXXVIII
Anexo 7. <i>Cosmopolites sordidus</i> infectado de <i>Metarhizium anisopliae</i>	XXXIX

RESUMEN

El eficaz control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*, Germ.) es muy importante para los productores de *Musa* AAB, ya que es una de las principales plagas que afectan al cultivo y provocan grandes pérdidas, por esta razón en el presente trabajo de investigación se evaluó a nivel de laboratorio las cepas de hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria Bassiana* en forma de cepas individuales (monospóricas) y mezclas (poliespóricas) en el control del picudo negro. El experimento consistió de cuatro tratamientos (T0: Testigo, T1: *Beauveria Bassiana*, T2: *Metarhizium anisopliae* y T3: *Beauveria Bassiana* + *Metarhizium anisopliae*) y cinco repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales que fueron trampas tipo sándwich, donde se colocaron los hongos y los picudos, en contacto durante 40 días. Los resultados obtenidos mostraron que la cepa de *Metarhizium anisopliae* alcanzó el promedio más bajo de mortalidad (30%) a los 40 días de seguimiento y con la mezcla de los hongos entomopatógenos se alcanzó el mayor porcentaje de mortalidad (96%) siendo el mejor tratamiento, pero la cepa de *Beauveria Bassiana* (T1) tuvo un promedio de 94%, que resulta económicamente más adecuada para los productores.

Palabras claves: *Cosmopolites sordidus*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria Bassiana*, *Musa* AAB, Hongos Entomopatógenos.

ABSTRACT

The effective control of the black weevil (*Cosmopolites sordidus*, Germ.) is very important for the producers of *Musa* AAB, since it is one of the main pests that affect the crop and cause great losses, for this reason in the present research work evaluated at the laboratory level the strains of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria Bassiana* in the form of individual (monosporic) and mixed (polysporic) strains in the control of the black weevil. The experiment consisted of four treatments (T0: Control, T1: *Beauveria Bassiana*, T2: *Metarhizium anisopliae* and T3: *Beauveria Bassiana* + *Metarhizium anisopliae*) and five repetitions, with a total of 20 experimental units that were sandwich-type traps, where the samples were placed. fungi and weevils, in contact for 40 days. The results obtained showed that the *Metarhizium anisopliae* strain reached the lowest average mortality (30%) at 40 days of follow-up and with the mixture of entomopathogenic fungi the highest percentage of mortality was reached (96%), being the best treatment, but the *Beauveria Bassiana* (T1) strain had an average of 94%, which is economically more suitable for producers.

Keywords: *Cosmopolites sordidus*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria Bassiana*, *Musa* AAB, Entomopathogenic Fungi.

INTRODUCCIÓN

Las musáceas representan el 32% de productos de exportación en todo el mundo, según los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos el plátano fomenta el 3,84% del PIB total de la economía Ecuatoria ya que es uno de los principales productores y exportadores de Sudamérica, en el 2018 su producción llegó a las 156.99 millones de toneladas, las principales provincias productoras son Manabí, los Ríos y Santo Domingo (Paz, 2013). Su historia comenzó hace 2.000 años atrás donde por una mutación nació el plátano sin semillas todo esto ocurrió en Sureste de Asia, su nombre científico es *Musa paradisiaca* de ahí abarcan algunas especies que comúnmente las conocemos como plátano verde, banano o guineo y otras más, todas estas especies se la propagan utilizando sus propios colines que nacen de una planta madre que es uno de los métodos más fáciles pero al mismo tiempo es el blanco fácil para contraer o propagar enfermedades y/o ataques de insectos que para controlarlos los productores utilizan un sin número de productos químicos, aunque también existe la alternativa de controles biológicos como los bioinsumos a base de hongos entomopatógenos.

Los hongos entomopatógenos pueden presentar una capacidad como controladores de plagas, y estos han llegado a formar una agrupación de más de 750 clases, todos estos presentan un control biológico amigable al medio ambiente, a la salud y economía de los consumidores. Su manera de actuar es mediante las esporas que ingresan por la cutícula de los insectos susceptibles, brotan y se desarrollan directamente en el interior del cuerpo del insecto, produciendo toxinas que deterioran sus nutrientes provocando su muerte (Pérez, 2004).

Las enfermedades que estos hongos pueden ocasionar se las denominan como “muscardinas” y es así como se conocía antes a *Beauveria Bassiana*, en otro caso debido a su tono distinto de conidios, a *Metarhizium anisopliae* se la conocía como “muscardina verde”. Todo esto surgió gracias a Louis Pasteur que fue el primer científico en proponer el uso de hongos entomopatógenos y a E. Metchnikoff que en 1870 realizó la primera evaluación práctica, y desde entonces se ha venido utilizando como una buena alternativa de control biológico, cuando se realiza aplicaciones con productos químicos como insecticidas organofosforados, piretroides y carbamatos muchas veces estos productos no cumple con el resultado esperado, lo que muchas veces lleva el uso inadecuado de estos plaguicidas como excesivas dosis o demasiados controles, lo que puede provocar daño a la salud tanto a personas que manipulen el producto como a personas cercanas a las plantaciones, y como efecto final el daño al medio ambiente.

Cosmopolites sordidus es una de las plagas más predominantes que llegan a ser el peor adversario de todas las musáceas, estos crecen en el cormo donde originan galerías que obstaculizan el paso del agua y nutrientes y también interfieren entre la conexión de la raíz y el tallo, lo que ocasiona el volcamiento de las plantas, y todo esto ha traído grandes pérdidas a todos sus productores de musáceas (Armendariz, 2014).

Es por ello que mediante este estudio se evaluó las dos cepas comerciales más comunes que son *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria Bassiana* usándolo como control biológico de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), aparte de usarla como otra clase de plaguicidas también conocer entre los dos cuál es más eficiente y actúa con mayor precisión y de esta manera tener la mejor alternativa de control biológico para favorecer a todos los productores de musáceas.

Objetivo General

- Evaluar la eficiencia de cepas de hongos entomopatógenos en el control de *Cosmopolites sordidus* de *Musa* AAB, en el cantón El Carmen, Manabí.

Objetivos Específicos

- Determinar la patogenicidad de cepas monospóricas y poliespóricas de hongos entomopatógenos aplicadas en *Cosmopolites sordidus* en condiciones de campo.
- Analizar la dosis de hongos entomopatógenos que permitan eliminar el mayor porcentaje de picudo negro de *Musa* AAB.
- Determinar el beneficio – costo (B/C) de diferentes dosis de hongos entomopatógenos aplicados para el control de picudo negro.

Hipótesis

Las cepas monospóricas y poliespóricas de hongos entomopatógenos utilizados, disminuyen la población de *Cosmopolites sordidus* (Germ.).

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades

1.1.1 Control Biológico

Los hongos, virus, bacterias, nematodos, protozoarios micoplasmas y rickettsias son los microorganismos existentes que estos sirven independientemente o conjunto para combatir contra los insectos, todos se desarrollan naturalmente y pueden actuar de manera efectiva y ecológica, aunque actualmente no se obtiene mucha información y su aplicación es muy poca, Según (Quijije, 2003) considera que existe dos hongos entomopatógenos que actúan muy eficaz en el control de *Cosmopolites sordidus* y son *Beauveria Bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, estos pueden actuar en larvas, pupas y adultos, pero son más eficaz atacando a los adultos picudos. Según varios estudios en otros países como en Colombia se ha encontrado también varios enemigos naturales de *Cosmopolites sordidus* como son los coleópteros *Hololepta sp.* y *Alegoria dilatata* que pueden actuar a los huevos o larvas del picudo negro, existen también las *Camponotus sp.*, que son hormigas que siempre se encuentra en cualquier plantación (Quijije, 2003). En Ecuador es normal encontrar especies como *Camponotus sp*, *Plaesius javanus* estos atacan a las larvas.

1.1.2 Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos forman parte del grupo eficaz del control biológico como insecticidas ya que ellos son los causantes de sus enfermedades, ya que sin necesidad de ser ingeridos por el insecto estos entran y se multiplican dentro de ellos provocándole la muerte, los hongos son microorganismos que favorecen a los sistemas agroecológicos, los hongos entomopatógenos son una extensa agrupación de microorganismos y tienen la capacidad de controlar las plagas y no presenta daños a los sistemas agroecológicos, estos viven dentro de los insectos como parásitos y en modelo saprófita en un material vegetal que este en descomposición, esto genera la producción de conidióforos, conidias y el desarrollo miceliar, por lo cual se lo puede cultivar bajo condiciones de laboratorio, su pared celular está formada por polisacáridos (80%) , proteínas (3-20%) (González, *et al.*, 2009).

Estos hongos se los puede utilizar directamente en el Campo mezclándolo en porciones de arroz según estudios del (INIAP , 2003) usa métodos de trampas, que recomienda 50 trampas por ha, y estos considera muy eficaces por que en cada trampa corresponde que atraerá a los picudos los cuales se infectarían entre todos y morirán a los días, y existe un promedio alto de picudos que pueden ser atraídos en cada una, siendo un método fácil y con altos porcentajes de mortalidad.

1.2 *Beauveria Bassiana*

Beauveria bassiana es una especie ascomiceto mitospórico que se desarrolla maneras naturales en los suelos de cualquier parte, provoca una afectación blanca de la muscardina, por ello se la conoce con ese nombre, es usado como insecticida biológico y es el que controla a los parásitos que se hospedan en las plantas como orugas, tisanópteros, escarabajos y moscas blancas (Leucona , 1996).

El entomólogo italiano Agostino Bassi le colocó ese nombre el cual observó en 1835 por la aparición la enfermedad muscardina que se presentaba sobre los cuerpos de algunas especies de *Bombyx mori*. En los medios de cultivo, este se desarrolla de forma de un moho blanquecino, luego de infectar las esporas de este hongo ingresan directamente a las células de la epicutícula, estas esporas crecen e invaden la cutícula del insecto, y en el interior del insecto, las hifas se desarrollan y dañan las estructuras internas y provocan su muerte al cabo de unas horas (Chungata, 2014).

Uno de los beneficios de usar *Beauveria* es que no tiene un efecto contaminante al medio ambiente y no es peligroso para los seres humanos o animales, este puede provocar un reservorio inoculo, y para conservarlo durante 4 meses se lo debe conservar de preferencia a una temperatura de 1°C a 10°C, sea en cualquier estado que se encuentre líquida o granulada, también puede aplicarse con fertilizantes foliares, bactericidas, insecticidas o funguicidas como sistémicos y cobres.

1.2.1 Taxonomía de *Beauveria Bassiana*

Según National Center for Biotechnology Information, 2014 (NCBI) su taxonomía se clasifica en:

- Reino: Fungí
- División: Ascomycota
- Clase: Sordariomycetes
- Orden: Hypocreales
- Familia: Clavicipitaceae
- Género: *Beauveria*
- Especie: *Bassiana*
- Nombre científico: *Beauveria Bassiana*

1.2.2 Modo de acción de *Beauveria bassiana*

Una vez que el insecto es infectado el hongo ingresa a través de sus partes blandas y produce toxinas en su interior, el hongo ramifica sus estructuras y toma el control de las cavidades de hospedante produciendo la toxina llamada Beauvericina que ayuda a eliminar el sistema inmunológico del patógeno, lo que ayuda en la invasión del hongo a todos los tejidos del insecto lo que provocaría su muerte, después de esto el hongo aumenta sus hifas siguiendo invadiendo todos los tejidos del insecto y provocando que sea más resistente a la descomposición (Villacís, et al., 2016).

Su aplicación directamente debe ser bajo condiciones adecuadas que le permita desarrollarse, y se debe tener en cuenta la temperatura de 23° C a 25° C y humedad relativa de 92%, y también se debe tener en cuenta que el pH debe ser de 6 o 7 sea la sustancia sólida o líquida, pueden ser aplicados directamente mezclados con porciones de arroz infectado, pero siempre debe realizarse en temporada húmeda para tener mejores resultados.

1.3 *Metarhizium anisopliae*

Este hongo es uno de los principales entomopatógenos que es usado como bioinsecticida, presenta un extenso rango de control de insectos hospederos de distintos órdenes, su ciclo de vida comienza en el interior del insecto donde tiene una infección celular y otra fase saprófita esto ocurre cuando este aprovecha los nutrientes hasta cuando el insecto muere, el micelio que es el con lo que cubre al insecto es de color blanco y luego el hongo esporula y cambia su color a verde (Wraight, et al., 2007).

Una de sus mayores ventajas es que no necesita ser ingerido por el insecto para atacar, como es en el caso de virus y bacterias, este comienza a atacar inmediatamente cuando toca la cutícula, en el campo presenta varios problemas por factores abióticos como son la temperatura, la radiación solar y la humedad, por ello siempre se trata de trabajar de la mano de un adyuvante que le permita su ingrediente activo para así puede permanecer su persistencia residual.

Su fase infectiva se da cuando sus esporas son retenidas al presentar un contacto, y en ese momento se asocia un vínculo entre patógeno hospedero y comienza la formación del tubo germinativo, aquí comienza el hongo su excreción de enzimas hidrolíticas las cuales trabajan dañando la cutícula y generando nutrientes para el hongo. Estas enzimas favorecen la fase de penetración de precisión mecánica. Una vez adentro el hongo desarrolla cuerpo hifales los cuales se diseminan mediante hemocele y atacan diversos tejidos musculares y también los cuerpos grasos, los cuales son los causantes de la muerte del insecto (Carrillo & Blanco, 2009).

1.3.1 Taxonomía de *Metarhizium anisopliae*

Según (Mancillas, 2011) se clasifica en:

- Reino: Fungi
- División: Ascomycota
- Clase: Sordariomycetes
- Orden: Hypocreales
- Familia: Clavicipitaceae
- Género: *Metarhizium*
- Especie: *anisopliae*
- Nombre científico: *Metarhizium anisopliae*

1.3.2 Modo de acción de *Metarhizium anisopliae*

Luego de ser infectados, los picudos presentan pequeña inmovilidad, no se alimentan y las hembras ya no ovopositan, después de su infectación tiene un ciclo de vida aproximadamente de 8 a 10 días, posterior a la muerte, al principio tiene un crecimiento micelial blanco que después con la esporulación se vuelve de tono verde (Aguero, et al., 2009).

Según (Carrillo & Blanco, 2009) gracias a varios estudios han demostrado la eficacia de *M. anisopliae* en el control de picudos del orden Coleóptera, llegando con algunos aislamientos a obtener cerca del 100% de mortalidad, en investigaciones de laboratorio. En condiciones de campo la mortalidad ha sido levemente inferior a la mostrada en laboratorio. *M. anisopliae* presenta un óptimo crecimiento a una temperatura de 25°C y puede crecer *In vitro* en un pH de 3.3-8.5, es indispensable una elevada humedad para que se puedan desarrollar los conidios (Rios, 2007).

1.4 *Cosmopolites sordidus*

Según (Gold & Messiaen, 2000) el picudo negro es la plaga más consistente que presenta las musáceas a nivel mundial. Fue visto por primera vez en el Sudeste de Asia, más adelante se extendió en la mayoría de las zonas de plantaciones de las musáceas, tanto en países tropicales como subtropicales, aunque mejor se acopla a suelos húmedos (Tazán, 2003).

El ciclo de vida de *Cosmopolites sordidus* es entre 30 y 40 días, sus huevos son de color blanco, tienen una apariencia cilíndrica y llegan a medir aproximadamente 1,8 x 0,7 mm, su fase de incubación es de 3-12 días, su larva es de color blanca, y en su parte abdominal es ensanchada, su cabeza es de color amarillenta y tiene mandíbulas resistentes, su fase de vida en larva varía en los 10 a 165 días, en América Central tiene un periodo de vida de 70 días.

Su pupa joven es de color blanco y ya presenta similitudes externas a la de un adulto, su fase de pupa es de 4 a 22 días, al llegar a su fase de adulto comienza con un color rojizo que luego cambia a color negro, en esta fase estaría midiendo aproximadamente entre 11 a 14 mm de largo y 4mm de ancho (Trejo, 1971), quien además relata que *Cosmopolites sordidus* tiene una movilidad lenta y sus movimientos los hace en periodos nocturnos y no soporta cambios drásticos de temperatura es decir a temperaturas menores de 18°C y mayores de 40°C su hábitat preferido es de humedad.

1.4.1 Taxonomía de *Cosmopolites sordidus*

Taxonomía de *Cosmopolites sordidus* según (Zarazaga & Lyal, 2016).

- Reino: Animalia
- Phylum: Artrópoda
- Clase: Insecto
- Orden: Coleóptera
- Familia: Dryophthoridae
- Género: *Cosmopolites*
- Especie: *sordidus*
- Nombre científico: *Cosmopolites sordidus*

1.4.2 Afectaciones de *Cosmopolites sordidus* en las musáceas

A estos insectos les llama la atención las sustancias volátiles que son enviadas por las plantas que son tipo hospederas, en un caso es cuando se encuentra un rizoma partido este resulta un atrayente de estos insectos, por ello es complicado establecer un cultivo nuevo en campo que ya fue infectado, o que se encuentra cerca un campo infectado, según estudios se relata que más de 40% de cultivos de banano se han perdido por la afectación que provoca.

Ataca primero a la raíz lo que provoca una pérdida de raíces y esta afecta en la absorción de nutrientes a la planta, retrasando el tiempo de floración y también se ven más propensos al ataque de otras plagas y enfermedades, en el caso de todas las musáceas debido a su afectación provoca el volcamiento de la planta, el rompimiento del rizoma y teniendo como consecuencia también un menor peso de los racimos (Carballo, 2001).

1.4.3 Métodos de control

En algunas plantaciones de musáceas el control químico es el método más usado y según varios productores más eficiente, el control cultural es el método más económico y fácil de adquirir para cualquier productor, en este método emplean el uso de agentes biológicos como son los artrópodos y los hongos entomopatógenos aún se encuentra bajo estudios su eficacia, pero gracias a varios seguimientos si lograron tener un control de ellos, y pueden convertirse en un importante agente biológico para su control, debido a que se ha visto que el uso de este método ha bajado las tasas de oviposición y el crecimiento de su población es muy lento y se han encontrado más afectados los cultivos de segundo ciclo.

CAPITULO II

2. INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Estudios elaborados por (Carballo & Arias, 1994) hallaron que la eficacia de *Beauveria Bassiana* empleando trampas para *Cosmopolites sordidus* en pseudotallo de musáceas hubo un control entre 30,7 y el 63 por ciento entre los 11 a 15 días después de su elaboración en las trampas.

Según (Alvez, 1998) en estudios ejecutados en condiciones de laboratorio con *Beauveria Bassiana* se puede alcanzar de 85 a 95% de disminución de *Cosmopolites sordidus*.

Análisis realizados por Espinoza, *et. al.*, (2004) lograron hasta 46% de mortalidad de picudos negros cuando se efectuaron trampas aplicando *Metarhizium anisopliae*.

(Rios, 2007) presento mediante estudios en el campo sobre la disminución de *Cosmopolites sordidus* manejando de *Beauveria b.* y *Metarhizium a.*, menciona que *Beauveria b.* se adecua a escenarios de estudio y obtuvo 50,2% de mortalidad, al contrario *Metarhizium a.* consiguió el igual promedio, aun cuando este hongo indica inconvenientes en la ajuste de estudio, todo este estudio se ejecutó bajo medios de laboratorio, lo que nos sugiere también que bajo entornos de campo los efectos son más prósperos ya que en el entorno natural es donde mejor trabajan estas cepas.

No se encuentran estudios realizados que especifiquen el uso de *Beauveria b.* y *Metarhizium a.* en forma de mezcla, la mayoría lo usa como cepas monospóricas y la mayoría de las investigaciones se han realizado a nivel de campo.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la unidad experimental

La investigación se realizó en la Granja Experimental “Río Suma” de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión El Carmen, localizada en el cantón el Carmen, provincia de Manabí en las coordenadas geográficas: 17 M; 675008.00 m E; 9971300.00 m S y Altitud de 266 m.s.n.m.

3.2 Caracterización agroecológica de la zona

El área donde se realizó la investigación tiene las características agroecológicas que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)

3.3 Variables

3.3.1 Variable independiente

Cepas de hongos entomopatógenos

3.3.2 Variables dependientes

- Porcentaje de mortalidad
- Efectividad de la mezcla de los productos en un solo tratamiento.

3.4 Métodos de investigación

Se utilizó el método de observación para conocer variables y tiempo de eficacia que permitan la ejecución de los objetivos propuestos.

3.5 Características de las Unidades Experimentales

Cada unidad experimental fueron trampas tipo sándwich (figura 1) donde se colocaron 10 individuos adultos de *Cosmopolites sordidus*. Las trampas fueron tarrinas de color oscuro, de 500 mL que en su interior se colocó un corno recién cosechado, sobre el que se colocó los hongos de estudio junto con los picudos, por encima de esto se colocó como tapa otro corno dando la forma de sándwich y se selló con la tapa de las tarrinas a las que se les hizo agujeros para el ingreso de oxígeno. Se hizo la evaluación cada ocho días donde se iba retirando los picudos muertos, que luego fueron colocados en tubos Eppendorf para la comprobación del crecimiento de micelios.



Figura 1. Etapas para implementación de trampa tipo Sándwich: A = aplicación de hongos entomopatógenos sobre corno base y contaminación de *Cosmopolites sordidus*. B = Cubierta con corno. C = Trampa completa.

3.6 Tratamientos

Los tratamientos aplicados se muestran en a tabla 2:

Tabla 2. Tratamientos y dosis de hongos entomopatógenos para el control de picudo negro de *Musa* AAB, EL Carmen, Manabí, 2022.

Tratamientos	Entes biológicos	Dosis de aplicación (g)
T0	Testigo	0,0
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	2,0
T2	<i>Metarhizium anisopliae</i>	2,0
T3	<i>Beauveria b.</i> + <i>Metarhizium a.</i>	4,0

3.7 Análisis estadístico

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones que dieron un total de 20 unidades experimentales.

Tabla 3. Esquema de ADEVA de la evaluación de cepas monospóricas y poliespóricas de hongos entomopatógenos para el control de *Cosmopolites sordidus* (Germ.) en el cantón El Carmen, Manabí, Ecuador.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	3
Repeticiones	4
Error	12

3.8 Materiales y equipos de campo

- ❖ Machete
- ❖ Pinza
- ❖ Tarrinas
- ❖ Botas
- ❖ Gramera
- ❖ Fundas plásticas

3.9 Materiales de oficina

- ❖ Libreta
- ❖ Esfero
- ❖ Cinta
- ❖ Marcador
- ❖ Plástico envolvente
- ❖ Tijera

3.10 Manejo del ensayo

3.10.1 Reproducción de cepas monospóricas y poliespóricas

Las cepas de hongos entomopatógenos: *Metarhizium anisoplae* y *Beauveria bassiana* fueron aislados en el laboratorio en medio de cultivo PDA (Agar, Papa, Dextrosa) y posteriormente se realizó la multiplicación en sustrato de arroz.

3.10.2 Elaboración de trampas para captura de *Cosmopolites sordidus*

Se ejecutaron 20 trampas de modelo sándwich, elaboradas con pseudotallo de musáceas cosechadas, totalmente limpias, con el fin de ser utilizadas como atrayente de *Cosmopolites sordidus*, estas trampas fueron distribuidas en diferentes sitios de la plantación de *Musa* AAB, de la granja experimental río Suma de la ULEAM de El Carmen.

3.10.3 Captura de *Cosmopolites sordidus*

De las trampas modelo sándwich instaladas en la plantación de *Musa* AAB, se recolectaron 200 picudos negros adultos en la Universidad Eloy Alfaro de Manabí, Ext. el Carmen, de los cuales se utilizaron 50 individuos por tratamiento, la captura de picudos negros se realizó a los tres días posteriores a la instalación de las trampas y los individuos recolectados se colocaron en frascos de vidrio donde se colocarán pedazos de cormos (aproximadamente 60 g) y se dejó pequeñas aberturas para el aprovisionamiento de oxígeno. Posteriormente los *Cosmopolites sordidus* fueron desinfectados y secados para quitar cualquier residuo químico o desecho que puedan contener.

3.10.4 Desinfección de los picudos negros

Los insectos fueron lavados con agua destilada y secados para su posterior aplicación de los tratamientos.

3.10.5 Elaboración de tratamientos e infección

Se realizó 4 tratamientos cada uno contaba con 5 repeticiones. Cada repetición contó con 10 insectos, así en cada tratamiento se utilizaron en total 50 individuos. El T1 fue el testigo donde no se aplicó nada, solo se realizó la trampa y se colocaron los picudos negros, para observar si debido al confinamiento se producían algunas muertes. El T2 fue de *Beauveria Bassiana*, para lo cual se preparó una disolución de 1 g del hongo (sólido) en 50 mL de agua destilada, donde se los sumergió a los picudos, que luego fueron colocados en las trampas. En el caso del T3: *Metarrhizium a.* se procedió de la misma manera que el T2. La preparación del T4 constó de 1 g de cada hongo disuelto en 50 mL de agua destilada, donde al igual que en el T2 y T3, se sumergieron los picudos y posteriormente éstos se colocaron en un número de 10 en repetición

Las trampas además contaban con un cormo como base, sobre la que también se colocó 1 g de cada hongo y sobre esto se ubicaron los insectos, posteriormente se colocó otro cormo para cubrir los picudos.

3.10.6 Recolección de datos

El estudio tuvo una duración de 40 días, pero cada 8 días se contabilizó en cada unidad experimental el número de picudos muertos, para ir estableciendo el porcentaje de mortalidad, en cada revisión se tomaron apuntes, sobre el número de insectos muertos de cada trampa y se anotaron en la hoja electrónica de Excel para posteriormente procesar la información y obtener los resultados y conclusiones.

Los insectos muertos que fueron retirados de las trampas en cada revisión se colocaron en tubos Eppendorf de 2 mL de capacidad, para determinar si hay desarrollo de micelio de los hongos aplicados en los tratamientos lo que permitirá corroborar la causa de muerte de los picudos.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Número de *Cosmopolites sordidus* muertos en 40 días

Los resultados que se pueden observar en la (Tabla 4) muestra que el T1 (testigo) no obtuvo ningún insecto muerto en el tiempo del estudio, debido a que estos insectos son muy resistentes como relata (Gold & Messiaen, 2000) que pueden llegar a vivir hasta 4 años.

El número de insectos muertos va aumentando según va pasando el tiempo, según se puede observar en la figura 2 lo que significa que los hongos entomopatógenos requieren un tiempo para poder desarrollarse en el interior de los insectos. Los mejores resultados se obtuvieron con el T1 y T3 que a los 40 días pueden alcanzar más del 90 % de mortalidad de los insectos plaga de las musáceas.

Tabla 4. Número de *Cosmopolites sordidus* muertos según tratamiento y tiempo.

Tratamientos	Número total de insectos utilizados por repetición	Número de insectos (<i>Cosmopolites sordidus</i>) muertos				
		8 días	16 días	24 días	32 días	40 días
T0 (Testigo) R1	10	0	0	0	0	0
T0 (Testigo) R2	10	0	0	0	0	0
T0 (Testigo) R3	10	0	0	0	0	0
T0 (Testigo) R4	10	0	0	0	0	0
T0 (Testigo) R5	10	0	0	0	0	0
T2(<i>Metarhizium a.</i>) R1	10	0	1	1	0	1
T2(<i>Metarhizium a.</i>) R2	10	0	1	1	1	0
T2(<i>Metarhizium a.</i>) R3	10	1	0	1	1	1
T2(<i>Metarhizium a.</i>) R4	10	0	1	0	1	1
T2(<i>Metarhizium a.</i>) R5	10	0	1	0	1	0

Tabla 5. Número de *Cosmopolites sordidus* muertos según tratamiento y tiempo.

Continuación

Tratamientos	Número total de insectos utilizados por repetición	Número de insectos (<i>Cosmopolites sordidus</i>) muertos				
		8 días	16 días	24 días	32 días	40 días
T1(<i>Beauveria b.</i>) R1	10	1	3	5	0	1
T1(<i>Beauveria b.</i>) R2	10	0	2	3	1	2
T1(<i>Beauveria b.</i>) R3	10	0	3	5	1	1
T1(<i>Beauveria b.</i>) R4	10	2	4	1	1	1
T1(<i>Beauveria b.</i>) R5	10	0	3	5	1	1
T3(<i>Beauveria b.</i> + <i>Metarhizium a.</i>) R1	10	1	4	1	0	3
T3(<i>Beauveria b.</i> + <i>Metarhizium a.</i>) R2	10	1	6	2	1	0
T3(<i>Beauveria b.</i> + <i>Metarhizium a.</i>) R3	10	1	5	3	0	1
T3(<i>Beauveria b.</i> + <i>Metarhizium a.</i>) R4	10	2	6	0	1	1
T3(<i>Beauveria b.</i> + <i>Metarhizium a.</i>) R5	10	0	6	1	1	1

4.2 Porcentaje de mortalidad

El estudio determinó que la mortalidad total del picudo negro a los 40 días en condiciones de laboratorio y debido al parasitismo de los hongos entomopatógenos (Figura 2), fue de 30, 94 y 96%, para *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* en forma de cepas monospóricas y poliespóricas (mezcla de los hongos) respectivamente.

Lo que implica que de manera combinada los hongos del estudio permiten obtener mayor eficiencia en el control del *Cosmopolites sordidus*. Se debe indicar que según los resultados en la zona de El Carmen, Manabí, la cepa *Metarhizium a.* no alcanza altos porcentajes de mortalidad del picudo negro, lo que no se asemeja a los estudios realizados por Ramírez y Torres (2016), quienes alcanzaron mortalidades de *Cosmopolites s.*, del 82% debido a *Beauveria b.* y 70 % por causa de los hongos en forma combinada, pero difieren en cuanto al efecto de *Metarhizium a.* que les permitió obtener también el 70% de mortalidad a diferencia del 30 % del presente estudio.

Tratamientos	% Mortalidad (40 días)
Testigo	0
T2(Metarhizium a.)	30
T1(Beauveria b.)	94
T3(Beuveria b. + Metarhizium a.)	96

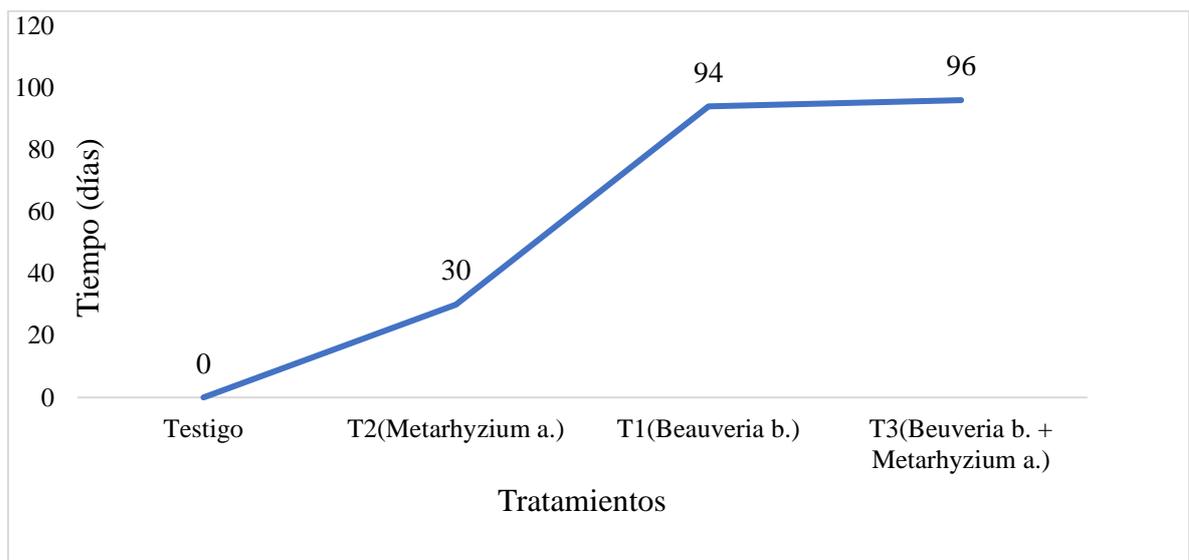


Figura 2. Porcentaje de mortalidad de *Cosmopolites sordidus* según tratamiento y tiempo.

Tabla 6. Porcentaje de Mortalidad de *Cosmopolites sordidus* a los 40 días.

Tratamientos	% Mortalidad (40 días)
Testigo	0
T2(Metarhizium a.)	30
T1(Beauveria b.)	94
T3(Beuveria b. + Metarhizium a.)	96

4.3 Dosis de hongos entomopatógenos que permiten eliminar el mayor porcentaje de picudo negro de Musa AAB.

Según los resultados obtenidos se puede evidenciar (Tabla 2) que la dosis que permitió el mayor control del *Cosmopolites sordidus*, es 1 g de *Beauveria bassiana* en combinación con 1 g de *Metarhizium anisopliae* y que la dosis de 2 g de *Metarhizium anisopliae*, no es suficiente para tener un alto control del picudo negro.

Tabla 7. Porcentaje de control del picudo negro según la dosis de hongos entomopatógenos

Tratamientos	Dosis de aplicación (g/unidad experimental)	% Control de picudos negros
T0 (Testigo)	0,00	0,00
T1 (<i>Beauveria b.</i>)	2,00	94,00
T2 (<i>Metarhizium a.</i>)	2,00	30,00
T3 (<i>Beauveria b.</i> + <i>Metarhizium a.</i>)	4,00	96,00

4.4 Análisis Beneficio – Costo (B/C) de los tratamientos

Para el análisis B/C, se ha tomado como referencia que 100 g de hongos entomopatógenos comerciales en la actualidad tienen un costo de 30 dólares, por lo cual según el consumo en cada tratamiento se ha determinado que para los productores les resulta mucho mayor beneficio comprar la *Beauveria bassiana*, debido a que tiene prácticamente el mismo porcentaje de control que la mezcla de *Beauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae*, pero el costo por trampa sería la mitad de lo que cuesta la mezcla de los hongos, tal como se muestra en la tabla

Tabla 8. Costo de los hongos entomopatógenos evaluados en el estudio

Tratamientos	Dosis de aplicación (g/tratamiento)	% Control de picudos negros	Costo (g) de bioinsumos (USD)
T0	0,0	0,0	0,0
T1	10,0	94,0	3,0
T2	10,0	30,0	3,0
T3	20,0	96,0	6,0

CAPITULO V. CONCLUSIONES

Los resultados de las cepas monospóricas y poliespóricas son muy eficientes porque en todos se obtuvo resultados de mortalidad y lo bueno es que se observó que actúa desde los 8 días de su aplicación, como se conoce el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) es una plaga que realmente perjudica porque su consecuencia es la destrucción total de la planta y lo que se busca es una alternativa de control biológico que sea eficaz se puede decir que la patogenicidad de las cepas realizando directamente en el campo es superior ya que ambos actúan mejor en condiciones naturales, por estudios realizados y observados, en el caso de *Metarhizium a.* su porcentaje de mortalidad fue muy despacio, pero en otros estudios es el que mejor promedio de control tiene.

Se usó la opción de que se evaluó la mezcla de los dos hongos para conocer qué tan eficaz sería trabajando ambos y si obtuvieron los mejores promedios de mortalidad, esto sería una respuesta de que se puede obtener una dosis que puede disminuir su población, aunque su beneficio de costo (B/C) sería más alto debido a que se debe trabajar con los dos hongos, pero se puede optar por la opción del uso de *Beauveria bassiana*, que actúa muy bien y sus resultados no fueron tan desiguales ya que fue un porcentaje de 94% de *Beauveria b.* y 96% usando los dos hongos.

CAPITULO VI.

RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar la mezcla de los hongos *Beauveria bassiana* + *Metarhizium anisopliae* en campo o solo *Metarhizium a.* ya que sus resultados pueden cambiar es decir pueden mejorar resultados, ya que según otros estudios la mayoría recomienda usar *Metarhizium* en condiciones de campo.

Se debería optar por hacer trampas tipo sándwich o trampa de corte en “V” ya que son trampas que atraen bastante a los picudos y entre más sean atraídos más será la eficacia del producto ya que existirá más porcentaje de picudos infectados y estos infectaran a los otros y así seguirá la secuencia.

Si no se puede optar la por utilización de las dos cepas que las dos juntas actúan muy bien se puede utilizar solo *Beauveria b.* ya que sus resultados de mortalidad también son altos, y es recomendable hacer suficientes trampas para así mayor control y por si falla una existen otras que trabajaran de igual, también que se realice una evaluación de las matas cosechadas el daño cada 3 a 4 meses, esto se realiza tronco mismo se lo realiza tipo disco fraccionada similar al partir un pastel.

BIBLIOGRAFIA

- Aguero, J., Escoto, J., & Juarez, E. (2009). *Evaluación de la cepa 114 de Beauveria bassiana y la cepa, Monte Rosa, de Metarhizium anisopliae para el manejo de Cosmopolites sordidus. Campus Agropecuario 1 y 2 de la UNAM León, 2009. Tesis Ingeniería en Agroecología Tropical. Universidad Nacional Autónoma.*
- Alvez, S. B. (1998). *Fungos entomopatogénicos. In. Controle microbiano de insetos. 2da. Ed. Piracicaba, Brasil, FEALQ. pp 289-381.*
- Armendariz, I. L. (2014). *El Picudo negro del plátano . Ecuador : ESPE. Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador. (2019). Condiciones del mercado provocan una reducción en la producción del banano en el Ecuador . AEBE. .*
- Carballo, M. (2001). *Opciones para el manejo del picudo negro del plátano. Hoja técnica N° 36. (En línea). Consultado el 2 de Octubre del 2019. Disponible en <http://www.sidalc.net/REPDOC/A1750E/A1750E.PDF>.*
- Carballo, M., & Arias, M. (1994). *Evaluación de Beauveria bassiana para el control de Cosmopolites sordidus y Metamasius hemipterus (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de campo. Manejo Integrado de Plagas. 31 p. 22-24.*
- Carrillo, M., & Blanco, A. (2009). *Potencial y Algunos de los Mecanismos de Acción de los Hongos Entomopatógenos para el control de insectos plaga. Acta Universitaria, 19 (2): 40-49.*
- Chungata, L. (2014). *Determinar la compatibilidad y el tiempo de sobrevivencia de cuatro microorganismos benéficos de uso agrícola: trichoderma harzianum, metarhizium anisopliae, beauveria bassiana y paecilomyces lilacinus en bioles. [Tesis Maestría]. Universidad Técnica de .*
- Espinoza, A., Vivas, L., Lara, E., & Pico, J. (2004). *Manejo del picudo negro (Cosmopolites sordidus Germar) con el hongo entomopatógeno Beauveria bassiana Bals. Vuill.*
- Gold, C., & Messiaen, S. (2000). *El picudo negro del banano: Cosmopolites sordidus. Plagas de Musa. Hoja divulgativa No. 4. (En línea). Consultado el 24 de Septiembre del 2019.*
- INAMHI. (2017). ANUARIO METEOROLÓGICO. Ecuador: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.
- INIAP . (2003). XXXV

http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANEJO_ECOLOGICO_DEL_PICUDO_NEGRO_Cosmopolites_sordidus_Germar_EN%20PLATANO.PDF.

- Leucona . (1996). *Control microbiano, utopía o realidad. En: Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Lecuona, R.E. (Ed.) Buenos Aires: M. Mas, pp.13-15.*
- Lopes, R., Mesquita , A., Tigano, M., Souza, D., Martins, I., & Faria, M. (2013). *Diversity of indigenous Beauveria and Metarhizium spp. in a commercial banana field and their virulence toward Cosmopolites sordidus (Coleoptera: Curculionidae).* pp: 356-364.
- Mancillas, J. (2011). *Caracterización de secreciones de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae con actividad patogénica contra el gorgojo del frijol Acanthoscelides obtectus. Tesis Maestría en Recursos naturales y medio ambiente. Instituto Politécnico Nacional. Sinaloa.*
- Paz, R. (2013). *Cosmopolites sordidus, Metarhizium anisopliae, Beauveria Bassiana, Musa AAB, Entomopathogenic Fungi.*
- Pérez, C. (2004). *Manejo ecológico de plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural- CEDAR. La Habana, Cuba. 292 p.*
- Quijije, R. (2003). *Desarrollo de tecnologías limpias para el manejo del picudo negro (Cosmopolites sordidus), en plátano. Tesis Mag. Sc. Guayaquil, EC, Universidad de Guayaquil. 44 p.*
- Rios, R. (2007). *Control del gorgojo Cosmopolites sordidus G. y Metamasius hemipterus L. en plátano con hongos entomopatógenos Beauveria bassiana y Metarhizium spp. En san Martín. Tesis Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de San Martín. Tesis Ingeniería Agronómica.*
- Tazán , L. (2003). *El cultivo de plátano en el Ecuador: Características vegetativas y de producción de algunos cultivares e híbridos de plátano. Editorial raíces. Guayaquil, Ecuador.*
- Trejo, J. (1971). *Biología del picudo negro del banano Cosmopolites sordidus Germar y su distribución. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 66 p.*
- Zarazaga , A., & Lyal, C. (2016). *Catalogue of life: 2019 Annual Checklist. (En línea) Consultado el 30 de Septiembre del 2019. .*

ANEXOS

Anexo 1.ADEVA de la evaluación de cepas monospóricas y poliespóricas de hongos entomopatógenos para el control de *Cosmopolites sordidus* (Germ.) en el cantón El Carmen, Manabí, Ecuador.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	3
Repeticiones	4
Error	12

Anexo 2.Reproducción de hongos entomopatógenos en el laboratorio de microbiología de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen.



Anexo 3.Captura para *Cosmopolites sordidus* en trampas de campo



Anexo 4.Aplicación de los Tratamientos de hongos entomopatógenos



Anexo 5.Control de tratamientos y separación de *Cosmopolites sordidus* muertos



Anexo 6.*Cosmopolites sordidus* infectado de *Beauveria Bassiana*



Anexo 7. *Cosmopolites sordidus* infectado de *Metarhizium anisopliae*

