UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

==========

"EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS EN EL CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO NEGRO DEL PLÁTANO *Cosmopolites sordidus* EN TRES DISTRITOS DE LA REGIÓN UCAYALI, PERÚ"

==========

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS MEDIO AMBIENTE GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

RICARDO HUGO CERNA MERCADO

PUCALLPA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO

ANEXO Nº 4

ACTA DE DEFENSA DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS

En la Sala de Grados de la Universidad Nacional de Ucayali siendo las 9:30 horas, del día 07 de enero, ante el **Jurado** de Tesis constituido por:

Dr. MANUEL IVAN SALVADOR CARDENAS..... Presidente

Dr. RUBEN CASAS REATEGUI..... Secretario

Mg. PABLO PEDRO VILLEGAS PANDURO..... Vocal

El aspirante al **GRADO DE MAGISTER O MAESTRO EN CIENCIAS** en Medio Ambiente Gestión Sostenible y Responsabilidad Social.

Mención: Medio Ambiente Gestión Sostenible y Responsabilidad Social.

Don: RICARDO HUGO CERNA MERCADO

Procedió al acto de Defensa:

a. Con la exposición de la tesis titulada:
"EVALUACION DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS EN EL CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO NEGRO DEL PLATANO *Cosmopolites sordidus* EN TRES DISTRITOS DE LA REGION UCAYALI, PERU".

b. Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Maestro en Ciencias, teniendo presente los criterios siguientes:

a) Presentación personal
b) Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO

c) Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente
d) Dicción y dominio de escenario

Así mismo, el Jurado plantea a la tesis **las observaciones** siguientes:

.....
.....
.....
.....

obteniendo en consecuencia el Maestrista la **Nota** de dieciocho **(18)**

Equivalente a Muy Bueno.

Los miembros del Jurado, firman el presente **ACTA** en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las 11:10 horas del 07 de enero del 2022.

Dr. MANUEL IVAN SALVADOR CÁRDENAS
PRESIDENTE

Dr. RUBEN CASAS REATEGUI
SECRETARIO

Mg. PABLO PEDRO VILLEGAS PANDURO
VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N°0479-2021

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **Informe final de Tesis**, titulado:

"EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS EN EL CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO NEGRO DEL PLÁTANO (cosmopolites sordidus) EN TRES DISTRITOS DE LA REGIÓN DE UCAYALI, PERÚ"

Cuyo(s) autor (es) : CERNA MERCADO, RICARDO HUGO

Escuela : POSGRADO
Maestría : GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL
Asesor(a) : Dr. EDGARDO LEONCIO BRAUL GOMERO

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 4%.**
En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

FECHA 17/11/2021

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

OEByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACION DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, RICARDO HUGO CERNA MERCADO

Autor(a) de la TESIS de maestría titulada:

EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS EN EL CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO NEGRO DEL PLATANO Cosmopolites sordidus EN TRES DISTRITOS DE LA REGIÓN UCAYALI, PERÚ.

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Dr. EDGARDO LEONCIO BRAÚL GOMERO

En la Escuela de Posgrado, Maestría: MEDIO AMBIENTE GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESP. SOCIAL

Mención: MEDIO AMBIENTE, GESTION SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar si su tesis o documento presenta material patentable, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 07 / 01 / 2022

Email: rhcernam@gmail.com
Teléfono: 999266520

Firma:
DNI: 19677158

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía en mí caminar diario brindándome la fortaleza para levantarme en momentos difíciles.

A mis padres, en especial a la memoria de mi madre; Juana Mercado por inculcarme el ejemplo de perseverancia y humildad, a mi padre; Isomber Cerna por su apoyo en los inicios de mi caminar académico.

A mi esposa Patty Vásquez, por su comprensión y apoyo incondicional en cada instante, mis hijos Rodrigo, Stephanie y Yago, mi motivación para concretar este logro académico en mi vida.

A mis hermanos, Erasmo, Vicky, Criss, Miriam, Lisbeth y Freyder.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios por la vida, la sabiduría y por permitirme llegar a cumplir esta meta y todas las bendiciones recibidas.

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Ucayali, por la oportunidad para realizar mis estudios de maestría, de igual manera a mis profesores de maestría por compartir sus valiosos conocimientos.

Al Dr. Edgardo L. Braúl Gomero, Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali. Por su valiosa asesoría y conceptos estructurales del presente trabajo de investigación.

Al Mg. Pablo Pedro Villegas Panduro, Docente REGINA de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali. Por sus valiosos aportes en el presente trabajo de investigación.

A las asociaciones de productores de plátano de los distritos de Padre Abad, Masisea e Iparía. Por permitirme realizar el presente trabajo de investigación.

Finalmente, a todas aquellas personas, compañeros de estudios, colegas y amigos que me brindaron su apoyo, tiempo e información para el logro de los objetivos del trabajo realizado y recíprocamente pueda contribuir aportando alguna alternativa para el agro regional.

RESUMEN

En la región Ucayali como medida de control de *Cosmopolites sordidus* se viene aplicando el control químico de manera indiscriminada, lo cual genera un impacto negativo en el medio ambiente debido a los residuos de dichos productos, como alternativa a lo antes mencionado se estudió comparativamente la aplicación *Beauveria bassiana* para el control biológico de *C. sordidus*, plaga clave que viene afectando el cultivo de plátano cuyo daño puede mermar el rendimiento incluso superando el 50%. En el presente trabajo de investigación se evaluó cuatro tipos de trampas (disco, sándwich, bisel y V) con la aplicación de *B. bassiana* en polvo mojable a razón de 10 gramos/trampa. Objetivos. Evaluar el tipo de trampa más adecuada con aplicación de *B. bassiana* para el control biológico de *C. sordidus.* Tipo de investigación, de enfoque cuantitativo y de tipo experimental aplicado. Se trabajo en tres distritos de la región Ucayali (Padre Abad, Masisea e Iparía) con una hectárea en cada localidad, una población de 500 plantas y una muestra de 216 plantas, es decir en total 648 plantas distribuidas en las tres localidades, se utilizó un arreglo en parcelas divididas con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Resultados, el mejor tratamiento es el T4 (Tipo V) con mayor cantidad de insectos infectados, esto indica que este tipo de trampa es la más específica y adecuada para el control biológico de *C. sordidus*, obteniéndose una media general de 34.67 adultos infestados en la localidad de Masisea, 21.00 en Padre Abad y 14.67 en Iparía respectivamente.

Palabras claves: Control biológico, plátano, entomopatógeno, plantas trampa, *Cosmopolites sordidus*, *Beauveria bassiana.*

ABSTRACT

In the Ucayali region, as a control measure for *Cosmopolites sordidus*, chemical control has been applied indiscriminately, which generates a negative impact on the environment due to the residues of said products, as an alternative to the aforementioned, the application was comparatively studied *Beauveria bassiana* for the biological control of *C. sordidus*, a key pest that has been affecting banana cultivation, the damage of which can reduce the yield, even exceeding 50%. In the present research work, four types of traps (disc, sandwich, bevel and V) were evaluated with the application of *B. bassiana* in wettable powder at a rate of 10 grams / trap. Goals. Evaluate the most suitable type of trap with application of *B. bassiana* for the biological control of *C. sordidus*. Type of research, quantitative approach and applied experimental type. Work was carried out in three districts of the Ucayali region (Padre Abad, Masisea and Iparía) with one hectare in each locality, a population of 500 plants and a sample of 216 plants, that is, a total of 648 plants distributed in the three localities. an arrangement in divided plots with four treatments and three repetitions. Results, the best treatment is T4 (Type V) with the highest number of infected insects, this indicates that this type of trap is the most specific and appropriate for the biological control of *C. sordidus*, obtaining a general average of 34.67 infested adults in the locality of Masisea, 9:00 p.m. in Padre Abad and 14,67 in Iparía respectively.

Keywords: Biological control, banana, entomopathogen, trap plants, *Cosmopolies sordidus*, *Beauveria bassiana*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano es de mucha importancia dado que es una fuente de ingresos y empleo para el agricultor, lo que ha permitido que la productividad de las tierras aumente gradualmente debido a la demanda existente en el mercado (Herrera, 2011).

Sin embargo, este cultivo tiene ciertas limitantes que merman dicha producción como son la existencia de plagas y enfermedades las cuales dañan al cultivo, se han identificado una serie de plagas siendo una de ellas la de mayor importancia el picudo negro *(Cosmopolites sordidus).* Dentro del manejo integrado de plagas podemos aplicar una serie de diferentes métodos de control, pero debido a ciertos procedimientos dificulta la aplicación de los mismos tal es el caso del control químico que además afecta el medio ambiente por el efecto residual de sus principios activos (Herrera, 2011).

El control biológico como opción debido a su amplio y diverso proceso de aplicación como son utilizando predadores, parasitoides y entomopatógenos, *Cosmopolites sordidus* causa daños significativos reduciendo el rendimiento, la pérdida de racimos es causada por el volcamiento o caída de las plantas (Hoyos, Buitrago, & Andrade, 2009).

El control biológico mediante el uso de entomopatógenos es considerado una importante alternativa para el control adecuado optimizando la producción. Este trabajo tiene como objetivo evaluar cuatro tipos de trampas con la aplicación de *Beauveria bassiana*, para el control biológico de *C. sordidus* en el cultivo de plátano.

ÍNDICE

Pág.

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

RESUMEN viii

INTRODUCCIÓN x

ÍNDICE DE FIGURAS xv

CAPÍTULO I 1

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 1

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 1

1.1.1. ANTECEDENTES 2

1.1.1.1. A nivel internacional 2

1.1.1.2. A nivel nacional 3

1.1.1.3. A nivel regional 5

1.1.2 TEORIAS BÁSICAS 6

1.1.2.1. *Beauveria bassiana* 6

1.1.2.2. Características de la pared celular de los hongos entomopatógenos 7

1.1.2.3. Mecanismo patogénico 8

1.1.2.4. El cultivo de plátano *(Musa paradisiaca var. Hartón)* 10

1.1.2.5. Importancia económica y distribución geográfica 11

1.1.2.6. Requerimientos edafoclimáticos 12

1.1.2.7. Control biológico en plátano 12

1.1.2.8. Picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*). 14

1.1.2.9. Descripción morfológica 15

1.1.2.10. Manejo integrado de las plagas 16

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. 17

1.2.1. Problema general. 17

1.2.2. Problemas específicos 17

1.3. OBJETIVOS 18

1.3.1. Objetivo general 18

1.3.2. Objetivos específicos 18

1.4. HIPÓTESIS 18

1.4.1. General 18

1.4.2. Específicas 18

1.5. VARIABLES 19

1.5.1 Variables Independientes 19

1.5.2 Variables Dependientes 19

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 19

1.7. VIABILIDAD 21

1.8. LIMITACIONES 21

CAPÍTULO II 22

MATERIALES Y MÉTODOS 22

2.1. MATERIALES. 22

2.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES 23

2.3. MÉTODOS 25

2.3.1. Ubicación del experimento 25

2.3.2. Ecología y clima 25

2.3.3. Características edáficas de las zonas en estudio 26

2.4. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN 26

2.4.1. Labores preliminares 26

2.4.1.1. Limpieza de las áreas para el trabajo de investigación 26

2.4.1.2. Muestreo de las parcelas en estudio 26

2.4.1.3. Elección y delimitación de las parcelas principales 28

2.4.1.4. Elección de sub parcelas, tratamientos y unidades experimentales 28

2.4.1.5. Codificación de las sub parcelas y tratamientos 28

2.4.1.6. Confección de trampas 28

2.4.1.7. Aplicación de *Beauveria bassiana* (Vuillemin, 1912) 30

2.4.1.8. Recolección de insectos infectados 30

2.4.1.9. Cantidad de insectos infectados 30

2.4.1.10. Datos a evaluar 30

2.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN 30

2.6. DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN 30

2.7. POBLACIÓN Y MUESTRA 32

2.7.1 Población y muestra 32

2.8. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 32

2.8.1 Diseño experimental 32

2.9. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS..... 33

2.9.1 Determinación de la cantidad de insectos infectados..... 33

2.9.2 Recojo, procesamiento y presentación de datos. 33

CAPÍTULO III..... 34

RESULTADOS 34

CAPÍTULO IV 45

DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... 45

CONCLUSIONES 48

SUGERENCIAS..... 50

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 52

ANEXOS 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: Diseño para el muestreo o diagnostico en cada parcela principal 27

Figura 2: Diseño de las parcelas principales con sus tratamientos 31

Figura 3: Diseño y dimensiones de un Tratamiento 31

Figura 4: Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 2 dias despues de la aplicacion de cuatro tipos de trampa 37

Figura 5: Número de individuos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 2 días después de la aplicación después de la aplicación en tres localidades 38

Figura 6: Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 2 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampa en tres localidades 39

Figura 7: Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 4 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampa 41

Figura 8 Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 4 días después de la aplicación en tres localidades 42

Figura 9 Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 6 días después de la aplicación en tres localidades 43

Figura 10 Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 6 días después de la aplicación en tres localidades 44

Figura 11: Diagnostico de la plantación del cultivo de plátano (Tipo de Trampa Sándwich) 66

Figura 12: Proceso de la instalación de las plantas trampa - Padre Abad 66

Figura 13: Trampa Tipo disco (T1; Padre Abad) 66

Figura 14: *Cosmopolites sordidus* adultos en trampas Tipo Disco (T1; Padre Abad) 67

Figura 15: Trampa Tipo Sándwich (T2; Padre Abad) 67

Figura 16: Trampa Tipo Bisel (T3; Padre Abad) 67

Figura 17: Trampa Tipo V (Padre Abad) 68

Figura 18: *Cosmopolites sordidus* adultos encontrados durante la evaluación (T3 y T4) 68

Figura 19: Recolección de *C. sordidus* después de la aplicación de *B. bassiana* 68

Figura 20: Diagnostico de *Cosmopolites sordidus* localidad de Masisea 69

Figura 21: Elaboración de trampas y aplicación de *B. bassiana* 69

Figura 22: Aplicación de *B. bassiana* y ubicación de trampas - Masisea 70

Figura 23: Trampa Tipo Disco - T1; Masisea 70

Figura 24: Trampa Tipo Sándwich - T2; Masisea 71

Figura 25: Trampa Tipo Bisel - T3; Masisea 71

Figura 26: Trampa Tipo V - T4; Masisea 72

Figura 27: Instalación de Trampa Tipo Sándwich para el diagnóstico - Iparía 72

Figura 28: Aplicación de *B. bassiana* en Trampa Tipo Sándwich - T2; Iparía 73

Figura 29: Aplicación de *B. bassiana* en Trampa Tipo Disco - T1; Iparía 73

Figura 30: Aplicación de *B. bassiana* en Trampa Tipo Bisel - T3; Iparía 74

Figura 31: Trampa Tipo Disco (T1) y Tipo V (T4) con aplicación de *B. bassiana* - Iparía 74

Figura 32: Adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* 75

Figura 33: Adultos de *C. sordidus*) infectados con *B. bassiana* 75

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1: Factores climáticos promedio de Padre Abad, Masisea e Iparía..... 25

Tabla 2: Insectos capturados en el diagnostico al iniciar el trabajo de investigación..... 27

Tabla 3: Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 2 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampas. 36

Tabla 4: Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 2 días después de la aplicación en tres localidades 37

Tabla 5: Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 2 días después de la aplicación de cuatro tipo de trampas en tres localidades..... 38

Tabla 6: Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 4 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampa .. 40

Tabla 7: Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 4 días después de la aplicación en tres localidades..... 41

Tabla 8: Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 6 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampa... 43

Tabla 9: Número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 6 días después de la aplicación en tres localidades..... 44

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El control de plagas con productos químicos es cada vez más complicado, puesto que dado a la exigencia por los consumidores en la reducción de la aplicación de estos productos es cada vez más notable. Los productos agroquímicos no siempre dan buenos resultados, por lo que, se presta hoy día, mucha importancia a una agricultura más biológica (Pimentel & Leman, 2013).

Para iniciar una lucha biológica, se debe reducir las aplicaciones de pesticidas durante un tiempo determinado o en casos netamente justificados, por lo que el agricultor debe estar capacitado en el manejo prioritariamente a utilizar productos orgánicos o biológicos para alcanzar una producción controlada y sostenible biológicamente (Pimentel & Leman, 2013).

Dentro del manejo integrado de plagas se trabaja de diferentes formas o tipos, siendo uno de ellos el control biológico, el cual es recomendable para controlar un sin número de plagas en los diferentes cultivos de manera preventiva, así como eficaz en diferentes cultivos (Pimentel & Leman, 2013).

El control biológico es el empleo de otros insectos depredadores, parasitoides o microorganismos para combatir las plagas, de forma que, así se evita o reduce el empleo de plaguicidas que dejan residuos tóxicos en los frutos y plantas además que son considerados altamente tóxicos y dañinos para la salud humana (Restrepo, 2012).

La región Ucayali es una zona netamente productora de plátano, sin embargo, este cultivo viene siendo limitado su rendimiento principalmente por la presencia del picudo negro *(Cosmopolitus sordidus)* el cual se encuentra reduciendo dicha producción en casi en un 65%, (Minagri, 2015).

1.1.1. ANTECEDENTES

1.1.1.1. A nivel internacional

Bohorquez Sanchez (2020); Aplicando el control etológico permite el manejo de insectos que causan daño significativo a los cultivos generando pérdidas económicas, el picudo negro *(Cosmopolites sordidus)* mediante el uso de cuatro trampas a partir de pseudotallo y atrayentes naturales, se obtuvo una dinámica poblacional total del picudo negro a los 3-6-9 y 12 días, para la trampa tipo disco 15 insectos, cuña 12, tipo “V” 29, bisel 151 y la trampa testigo 33 insectos, donde el mejor tratamiento para la captura del picudo negro fue la trampa tipo bisel con una eficiencia del 94,38 %.

Suarez Quintero & Suarez Quintero, (2020); La efectividad de *Beauveria bassiana* aplicado en trampas para el manejo de *C. sordidus* se evaluaron cuatro tratamientos de este entomopatógeno, en líquido, polvo mojable, granulado en sustrato de arroz y Químico Jade®, lo cual se aplicó a los 15 días de haber colocado las trampas, a una dosis fue 300 g o ml/ha, se evaluó la población de *C. sordidus* afectados y el rendimiento (kg/ha), en líquido presentó los mejores resultados manteniendo los niveles más bajos de *C. sordidus*, seguido del tratamiento en granulado y el menos efectivo fue en sólido, seguido por el Químico Jade®.

Molina, (2019), La incidencia de *C. sordidus* y *Metamasius hemipterus* en plantación de banano con manejo orgánico y convencional, se evaluó tipos de trampas a base de pseudotallo para la captura de dichas plagas y establecer la dinámica poblacional realizando un análisis económico de los tratamientos, se empleó tres tipos de trampas y se evaluó dos veces por semana cambiando las

trampas semanalmente, la recolección de los insectos en la trampa elaborada a base de pseudotallo capturó 180.28 insectos y en manejo orgánico 124.63 insectos capturados en manejo convencional.

Lopez, (2017) aplicó tres tipos de concentración de *Beauveria bassiana* 0.2%, 0.25% y 0.3% para el control de *Cosmopolitus sordidus*, lo cual la última concentración logró una infestación con mayor grado de infestación superando el 50% frente a las demás concentraciones.

Zapata, (2016), Aplicó *B. bassiana* mezclado con feromona, logrando el efecto de infección de *C. sordidus* hasta en un periodo de tiempo de 17 días después de la aplicación controlando significativamente a dicha plaga en el cultivo de plátano.

1.1.1.2. A nivel nacional

Cayetano, (2019); Evaluó el daño ocasionado y la población de *C. sordidus* en el cultivo de plátano utilizando, *B. bassiana*, polietileno y Furadan 5G, evaluó el desarrollo del cultivo y comparando el coeficiente de daño entre dos cultivares, Isla y Seda con control biológico *(B. bassiana),* control mecánico (polietileno), control químico (Furadan 5G) y un testigo, los resultados indican que el coeficiente de daño con *B. bassiana,* polietileno y Furadan 5G fueron de 7.22% y 10.55%; 2.77% y 4.44% y 8.33% y 13.55% en el cultivar Seda e Isla, la población de *C. sordidus* adultos por cormo en Furadan 5G, polietileno y *B. bassiana* fueron de 0.66 y 0.00; 1.99 y 0.00 y 3.22 y 1.33 en el cultivar Seda e Isla, el desarrollo del cultivo de plátano fue mejor con *B. bassiana*.

Fernandez & Paico, (2018); Los entomopatógenos han destacado una efectividad mediante la irradiación con luz UV-C frente a *C. sordidus y Spodoptera frugiperda*, se estimó su mortalidad y determinó la concentración mínima efectiva, se utilizó 10 larvas del estadío III de *S. frugiperda* y 10 adultos de *C. sordidus* que fueron enfrentadas a 5 concentraciones de dos cepas de *B. bassiana* una nativa como control y una experimental irradiada con luz UVC a 12h (BI12H) establecidas en laboratorio: 3×10^7, 4×10^7, 5×10^7, 6×10^7, 7×10^7 conidias/ml, esta última cepa se obtuvo mediante la irradiación en una cámara con luz UV-C a 254 nm por 12 horas, los resultados mostraron una actividad entomopatógena potente para la cepa experimental de *B. bassiana* BI12H en donde la efectividad se obtuvo con la dosis letal media DL50 la media de mortalidad del entomopatógeno y en la concentración mínima efectiva que resultó fue la concentración $3x10^7$ conidias/ml para ambas cepas, se concluyó que la cepa irradiada (BI12H) tiene un mayor efecto entomopatógeno frente a la plaga *C. sordidus* en condiciones de laboratorio.

Luciani, (2017); Evaluó la eficiencia de cinco trampas en plantas en pie donde se cosechó y en porciones de pseudotallo en baldes plásticos para control de *C. sordidus,* se evaluaron cada 5 días hasta finalizar su periodo de atracción y se contabilizó por tipo de trampa, la población de *C. sordidus y M. hemipterus* disminuyeron; la mayor captura de ambos picudos se obtuvo en la trampa tipo canoa, seguido de la tipo sándwich; el mayor porcentaje de captura de *C. sordidus* se obtuvo en la tipo Pitfall y cepa modifica, con el 53.06 y 41.77 %.

Rios, (2007); Utilizo cuatro tratamientos en campo y laboratorio, Testigo To). *Beauveria bassiana* (T1), *Metarhizium spp*. (T2), *B, bassiana + Metarhizium*

spp. (T3) y *B. bassiana* comercial (T4); se utilizó 04 trampas tipo sándwich de rodajas de pseudotallo de 10 - 15 cm de longitud con una cantidad de 20 g/planta trampa, los resultados el porcentaje de picudos muertos y esporulados negros y rayados en mayor porcentaje se observa en los tratamientos a base de *B. bassiana* (T1), *M. spp*. (T2) y *B. bassíana + Metamizium spp.* (T3); diferenciándose significativamente del tratamiento testigo (To) y *B. bassiana* comercial (T4).

1.1.1.3. A nivel regional

Guerra, (2018); Evaluó diferentes tipos de trampas para la captura de *C. sordidus*, donde la trampa tipo disco se obtuvo mayor cantidad de insectos capturados, segundo la tipo longitudinal, en tercer lugar la tipo V y finalmente con menor cantidad la trampa tipo cuña, realizó dos evaluaciones donde la mayor cantidad de insectos capturados se obtuvo en la primera evaluación, así mismo concluye que en la época lluviosa los tipos de trampas tienen diferencia significativa, en cuanto al grado de daño encontró que en la primera evaluación, hubo un mayor grado de daño frente a la segunda evaluación.

Ureta, (2017); la incidencia de la población de *C. sordidus* está en función a las épocas estacionales del año como el verano e invierno, concluyendo que en invierno capturo mayor número de insectos a diferencia de verano donde se registró menor cantidad, así mismo está en función al tipo de la edad de plantación, evaluó tres tipos de edades de la plantación de 2, 4 y 6 años, siendo en esta última donde se encontró mayor cantidad de insectos seguido de las plantaciones de 4 y 2 años.

1.1.2 TEORIAS BÁSICAS

1.1.2.1. *Beauveria bassiana*

Es un microorganismo entomopatógeno que se encuentra en la naturaleza, se caracteriza por causar enfermedades en los insectos plagas hasta causarle la muerte, se han encontrado atacando a más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, destacando lepidópteros y coleópteros (Huarte, 2017).

Los insectos muertos por *B. bassiana* presentan una cubierta blanca algodonosa sobre el cuerpo, la cual está formada por el micelio y esporas del hongo, en el Perú este hongo está siendo utilizado para el control de plagas en los cultivos de exportación, los estudios toxicológicos de la cepa de *B. bassiana* GHA realizados por EPA de los Estados Unidos, señala que no causa daño a los animales (Zapata, 2016).

Clasificación taxonómica

- Reino : Fungi
- Sub-reino : Dikarya
- Division : Amastigomycota
- Subdivision : Deuteromycotina
- Filum : Ascomycota
- Sub-filum : Pezizomycotina
- Clase : Sordariomycetes
- Sub-clase : Hypocreomycetidae
- Orden : Hypocreales
- Familia : Cordycipitaceae
- Género : *Beauveria*
- Especie : *Bassiana* (Vuillemin, 1912, citado por (Zapata, 2016).

1.1.2.2. Características de la pared celular de los hongos entomopatógenos

La pared celular de los hongos está constituida por polisacáridos (80%) proteínas (Agrios 1969). (3 – 20%), lípidos, pigmentos y sales inorgánicas en cantidades menores. La quitina forma microfibrillas y es el polisacárido característico de la pared celular en hongos, pero también existe en los insectos, las proteínas son glicoproteínas, cuya fracción glicosilada está formada por galactosa y manosa, los lípidos en la pared celular de los hongos están presentes en un rango de 1 a 10 % de su peso seco; son ácidos grasos (Agrios, 1991).

La coloración característica de la pared celular se debe a la presencia de melaninas, producto de la oxidación de diferentes fenoles, la importancia de estos pigmentos se debe a su carácter protector ante efectos deletéreos (causar muerte por envenenamiento) ocasionados por la luz o por las enzimas líticas (Zapata, 2016).

En la pared celular ocurren cambios durante las diferentes etapas de desarrollo de los hongos, cambios que ocurren mediante el ensamblaje de los componentes celulares como polisacáridos microfibrilares, la asociación de polisacáridos de reforzamiento y de complejos de proteínas (glicoproteínas). Las glicoproteínas inician su ensamblaje a nivel del lumen, en el interior del retículo endoplásmico rugoso; posteriormente son transportadas a diferentes compartimientos membranosos del retículo endoplásmico liso y del aparato de Golgi, hasta alcanzar la superficie celular mediante el aparato vesicular, este conglomerado vesicular conduce a las glicoproteínas y otros componentes hacia la pared celular pasando por la membrana plasmática; los otros componentes

siguen esta vía para integrarse a la pared celular, tanto para la formación de la espora, como del desarrollo de micelio (Agrios, 1991).

1.1.2.3. Mecanismo patogénico.

Los hongos entomopatógenos inician su proceso infectivo en los insectos hospederos cuando las esporas viables son retenidas por contacto en la superficie del integumento, mientras encuentran un espacio propicio para establecer la asociación patógeno-hospedero y formar los túbulos germinales y a veces el apresorio (estructura adhesiva), que facilitarán la invasión del hongo (Agrios, 1991).

La germinación de la espora se inicia con el hinchamiento de la misma, que es favorecido por una humedad alta (70% durante 14 horas); la germinación es disparada por mensajeros que generalmente son carbohidratos presentes en las proteínas cuticulares del insecto, la hidratación de la espora es favorecida por la acción antidesecante de su cubierta mucilaginosa, que además funciona como protector ante la presencia de polifenoles tóxicos y enzimas, secretadas por sistema inmune del insecto, este flujo transcelular permanece constante y mantiene el desarrollo del tubo germinativo y la formación del apresorio, una estructura especializada formada en el tubo germinativo y este a su vez rastrea y reconoce la superficie del insecto para la localización de sitios receptores, habilitando a la hifa para la penetración de la cutícula, el apresorio sirve para el anclaje de la espora y ejerce una presión hacia el interior del insecto. Paralelamente, el hongo excreta una gran cantidad de enzimas entre las que se incluyen proteasas, quitinasas, quitobiasas, lipasas, lipooxigenasas y otras enzimas hidrolíticas, que van degradando la cutícula y proporcionan a su vez

nutrientes al hongo, posteriormente, los cuerpos hifales se encuentran con la capa epidérmica y con su respectiva membrana basal y se diseminan a través del hemocele (parte interna del insecto equivalente a una musculo analógicamente). Así, invaden diversas estructuras como tejidos musculares, cuerpos grasos, tubos de Malpighi, mitocondrias, hemocitos, retículo endoplásmico y membrana nuclear (Valbuena & Alzate , 2007).

Al agotarse los nutrientes, el hongo inicia un crecimiento miceliar (parte visible del desarrollo del hongo) invadiendo todos los órganos del hospedero. Finalmente, las hifas penetran la cutícula desde el interior del insecto y emergen a la superficie iniciando la formación de esporas cuando la humedad relativa es adecuada (Monzon, 2001).

Cabe destacar que, durante la penetración del hongo desde la cutícula del insecto hasta el hemocele, la hifa queda inmersa en proteínas, quitina, lípidos, melanina, difenoles y carbohidratos; algunos de ellos son nutrimientos, pero otros pueden inhibir su crecimiento, ya que el insecto activa su sistema inmune a través de procesos como la melanización, fagocitosis, nodulación y encapsulamiento sin embargo, los hongos desarrollan una serie de actividades que les permiten evitar este tipo de defensas, tales como cambios en la pared celular y producción de sustancias inmunomodulatorias o toxinas fúngicas (Valbuena & Alzate , 2007).

1.1.2.4. El cultivo de plátano *(Musa paradisiaca var. Hartón)*

Origen: Es originario de Asia Meridional, siendo conocida en el Mediterráneo, llegando a las Islas Canaria en el siglo XV aproximadamente, distribuyéndose a todo el continente americano en el año de 1516, según Simmonds, N. W. & K. Shepherd, (1995), mencionado por (Merino, 2014).

Taxonomía:

- Reino : Vegetal
- División : Magnoliophyta
- Clase : Angiospermae
- Orden : Scitaminae
- Familia : Musaceae
- Género : Musa
- Especie : Paradisiaca
- Nombre científico: *Musa paradisiaca*

Características Morfológicas

Rizoma: Constituye una parte importante de la planta en cuanto al contenido de biomasa vegetal que representa del cual se dan origen las raíces el pseudotallo (Uma, 2005, mencionado por (Sosa, 2019).

Raíz: posee raíces superficiales en una profundidad de 30-40 cm, concentrándose la mayor parte de ellas en los 15-20 cm. de color blanco cuando emergen y amarillentas y fibrosas posteriormente, pueden lograr fijarse hasta una profundidad de 1,5 m está relacionada con la textura y estructura del suelo (Herrera & Colonia, 2011).

Tallo: o pseudotallo es un rizoma almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas las cuales al desarrollarse se van convirtiendo en hijuelos de diferentes edades, el que desarrolla primero florece desarrollando en la parte terminal una inflorescencia que finalmente termina en fruto posteriormente (Herrera & Colonia, 2011).

Hojas: grandes y dispuestas con una nervadura central muy pronunciada, con una longitud promedio de 2-4 m de largo y hasta 0.5 m de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y un limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro (Mejia, 2018).

Flores: son de color amarillentas, irregulares y con cinco estambres fértiles y uno estéril en conjunto formando una inflorescencia de lo cual finalmente termina formando el fruto (Mejia, 2018).

Fruto: es una baya de forma oblonga de naturaleza partenocarpica y se forma sin polinización aumentando su volumen mediante el engrosamiento de las paredes del ovario de las flores pistiladas (CEDAF, 2000).

1.1.2.5. Importancia económica y distribución geográfica.

El plátano es la fruta tropical más cultivada y una de las cuatro más importantes en términos globales, sólo por detrás de los cítricos, la uva y la manzana, los países latinoamericanos y del Caribe producen el grueso de los plátanos que entran en el comercio internacional, a pesar de que los principales productores son India y China (Herrera & Colonia, 2011).

1.1.2.6. Requerimientos edafoclimáticos.

Temperatura: es un cultivo de preferencias tropicales con una temperatura requerida de 21 a 30°C, una óptima de 25 a 27°C, una mínima de 16°C y una máxima de 37°C, mayores o menores causan daño en su desarrollo manifestándose en daños significativos en tamaño y calidad de la producción (CEDAF, 2000).

Suelos: requiere suelos profundos drenados de textura franca para retener la humedad, las texturas más recomendables son franco arenoso a franco arcilloso y un pH de 5.5 a 7.0 con presencia de materia orgánica (Mejia, 2018).

Propagación: Generalmente se realiza de tipo tradicional por medio de los hijuelos con escasa aplicación de prácticas culturales puesto que generalmente estas se encuentran en libre crecimiento, lo cual facilita si es que no se maneja las precauciones del caso, se expone a la transmisión o diseminación de plagas o enfermedades (Herrera & Colonia, 2011).

1.1.2.7. Control biológico en plátano

Es la utilización de enemigos naturales de una plaga, sean depredadores, parasitoides o patógenos, para mantenerla en niveles sub económicos los daños causados por dichas plagas (Alarcon, 2012).

Se recomienda:

- Proteger o favorecer el control natural dejando áreas de reserva para enemigos naturales, restringiendo el uso de agroquímicos en ciertas épocas y utilizando insecticidas selectivos.
- Introducir enemigos naturales de la plaga.

- Criar artificialmente enemigos naturales.
- Aplicar patógenos, bacterias, hongos, producidos artesanal o industrialmente.

Los hongos entomopatógenos representan una de las mejores alternativas desde el punto de vista económico y ecológico del manejo integrado de plagas, las cuales afectan los diferentes cultivos o que funcionan como agentes vectores portando algunos microrganismos que ocasionan enfermedades en las plantas, estos biocontroladores por su eficacia y especificidad brindan muchos beneficios mitigando las pérdidas ocasionadas en la producción agrícola, puesto que dicho daño causado afecta directa o indirectamente el rendimiento de los cultivos, la acción de estos agentes entomopatógenos cumplen funciones muy importantes controlando las plagas de manera natural (Garcia, Silvia, & Lesher, 2008)**.**

Los entomopatógenos son organismos de importante valor ecológico al desempeñar funciones de regulación de ciertas plagas, quienes debido al manejo inadecuado de pesticidas realizado por el hombre se han convertido en plagas incontrolables y resistentes, los hongos entomopatógenos son una opción viable como principio activo de ciertos bioplaguicidas que permiten el control de las plagas sin contaminar y deteriorar el medio ambiente; estos microorganismos se caracterizan por la especificidad que presentan, sin embargo es vital tener en cuenta que puedan afectar a especies de insectos benéficas como polinizadoras de gran importancia en el ecosistema (Motta-Delgado & Murcia-Ordoñez, 2011). Los microorganismos entomopatógenos suprimen la acción del control químico el cual presenta efectos para los demás organismos incluyendo el humano, así como la contaminación del medio ambiente, actualmente se tiene registro de

algunas especies de hongos como *Beauveria bassiana, Metarhrizium anisopliae, B. brogniartii, Verticillium lecanii, Paecilomyces fumosoroseous, Langenedium giganteum,* etc., los cuales han demostrado ser útiles en el control de muchas plagas y vectores que dañan incluso la salud humana como es el caso del dengue, las plagas causan pérdidas económicas considerables en los diferentes cultivos, he aquí la importancia de promover el uso de hongos entomopatógenos como agentes antagónicos de insectos plagas (Garcia, Silvia, & Lesher, 2008).

1.1.2.8. Picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*).

El picudo negro del plátano tiene la siguiente clasificación (Life, 2021)

Clasificación taxonómica (Catalogue of life, 2021).

- Reino : Animalia
- Phylum : Arthropoda
- Clase : Insecta
- Orden : Coleóptera
- Familia : Dryophthoridae
- Género : Cosmopolites
- Especie : *sordidus* (Germar, 1823).

Daños: El daño es ocasionado por la larva que se alimenta dentro del rizoma donde realiza perforaciones en el sistema radical de la planta debilitándola hasta su volcamiento, estas galerías son ingresos para otros microrganismos que causan pudriciones, llegando a causar perdidas en un 30 a 90%, según Segura, (1975) y Arleu & Neto (1984), Peña et al, (1990) mencionado por (Carballo, 2001).

1.1.2.9. Descripción morfológica

Huevo: Son de color blanco perlado cilíndricos y tienen una dimensión de 0.5 mm de ancho por 2mm de largo, este estadio tiene una duración de 7 a 9 días y son puesto en proporción de 60 y 100 por postura de cada hembra (Olivares, 2018).

Larva: De color blanco y apoda de cuerpo segmentado mide de 1,5 - 1,8 cm de largo, la duración de este estadio es de 40 a 60 días, es muy voraz en este estadio es donde causa el daño perforando y haciendo galerías, luego esta larva crea un capullo de tejidos fibrosos esto lo realiza al momento de pasar al siguiente estadio según Alarco y Jiménez, 2012, mencionado por (Guzman-Augurto, 2019).

Pupa: Es de tipo libre o exarata, es decir puede reconocerse sus partes fácilmente, de color blanco-lechoso, con una longitud promedio de 12,7 mm, este estadio tiene una duración de 6 a 12 días, en este estadio se encuentran en el cormo, en una cámara oval que construye la larva antes de ingresar a este estadio (Olivares, 2018).

Adulto: Es de color negro tiene una longitud de 10 a 15 mm de largo, siendo la hembra un poco más grande, tiene un pico muy alargado y curvo, tienen hábitos nocturnos muestran un desplazamiento lento y son atraídos por sustancias volátiles producidas por las plantas al ser estas cosechadas mediante un corte, este estadio en condiciones decampo pueden vivir entre 5 y 8 meses, aunque se ha reportado una sobrevivencia de hasta 2 años (Olivares, 2018).

1.1.2.10. Manejo integrado de las plagas

La principal labor para prevenir el ataque de picudos, especialmente *Cosmopolites sordidus* es la de obtener una semilla de buena calidad, certificada o producida mediante la técnica de Rebrote Inducido; que debe ser necesariamente acompañada con elaboración de trampas para picudo, una vez extraída la semilla tipo tradicional, eliminar todas las raíces y la tierra adherida, procurando no dañar las yemas, cortar el pseudotallo 10 cm por encima del cuello del cormo, luego retirar la semilla del sitio de extracción el mismo día de su cosecha, y en lo posible sembrar el mismo día, luego de realizar la cosecha comprobar la sanidad y tratarlo con una solución de Creolina a una dosis de 5 cc/L de agua, así mismo fertilizar corrigiendo las deficiencias de boro y potasio, realizando plateos amplios sin causar heridas en el rizoma (Castrillon, 1983).

Observación: Para identificar la plaga, se deben reconocer los síntomas en el cormo, las perforaciones, las galerías y los síntomas externos como el debilitamiento general, amarillamiento, reducción en el crecimiento, tallos delgados, poca emisión de hijuelos y puede existir volcamiento de la planta, por lo que es siempre es necesario después de la cosecha realizar el tratado de los residuos como son los cormos, estos deben ser desechados alejados de la plantación o utilizados como trampas cebadas con insecticidas de baja toxicidad o productos biológicos a base de entomopatógenos siendo necesario determinar el daño o umbral de acción, determinando la cantidad de *C. sordidus* por trampa para tomar la decisión de que método de control se debe aplicar (Alarcon, 2012).

En cultivos de primer ciclo: Para detectar la presencia de picudos en una plantación nueva, se debe construir trampas aprovechando algunas plantas

preferiblemente débiles, esto consiste en realizar un corte inclinado y otro horizontal en un lado del pseudotallo cerca al nivel del suelo, el trozo obtenido se coloca nuevamente en el sitio y se revisa a los 2 o 3 días, esta trampa va acompañada de una hoja de plátano con el fin de brindarle humedad o evitar la deshidratación (Sandoval, 2015).

Cultivos con más de un ciclo de producción: Para estos se recomienda la trampa tipo disco que consiste en realizar un corte horizontal al pseudotallo a 30 cm de altura del nivel del suelo y a 15 cm por debajo de éste se realizan dos cortes encontrados en forma de bisel, esto se recomienda para cultivos ubicados en zonas pendientes o en cultivos de plátano asociado con café o cacao, en terrenos planos, se debe utilizar la trampa disco que consiste en realizar dos cortes en forma horizontal al pseudotallo, uno a 30 cm del nivel del suelo y el otro a 15 cm (Hoyos, Buitrago, & Andrade, 2009).

El picudo negro es susceptible al control biológico mediante el uso de hongos entomopatógenos que atacan a las larvas, pupas y adultos, se desarrollan en éstos y les causan la muerte (Alarcon, 2012).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema general.

– ¿Cuál será el efecto del uso de diferentes tipos de trampas, con aplicación de *Beauveria bassiana*, en el control biológico de *Cosmopolites sordidus,* en tres distritos de la región Ucayali*?*

1.2.2. Problemas específicos

– ¿Cuál será el efecto de la aplicación de *B. bassiana* en el control biológico de *C. sordidus,* en el cultivo de plátano mediante el uso de trampas?

– ¿Cuál será el efecto de la aplicación de *B. bassiana* para el control biológico de *C. sordidus,* en tres distritos de la región Ucayali?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

– Evaluar el tipo de trampa más adecuado con aplicación de *Beauveria bassiana,* en el control biológico de *Cosmopolites sordidus* en tres distritos de la región Ucayali.

1.3.2. Objetivos específicos

– Determinar el efecto del tipo de trampa con *B. bassiana*, en el control biológico de *C. sordidus*, en el cultivo de plátano.

– Determinar el efecto del tipo de trampa con *B. bassiana*, para el control biológico de *C. sordidus*, en tres distritos de la región Ucayali.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. General

– El uso de diferentes tipos de trampas con aplicación de *B. bassiana* (Vuillemin, 1912), nos permitirá generar un control biológico significativo del picudo negro del plátano *C. sordidus* (Germar, 1824).

1.4.2. Específicas

– La aplicación de diferentes tipos de trampas con *B. bassiana* nos permitirá realizar un control biológico significativo en el picudo negro del plátano *C. sordidus*.

– La aplicación de diferentes tipos de trampas con *B. bassiana* nos permitirá efectuar un control biológico significativo en el picudo negro del plátano *C. sordidus,* en tres distritos de la región Ucayali.

1.5. VARIABLES

1.5.1 Variables Independientes

- Distritos de la región Ucayali (Padre Abad, Masisea e Iparía)
- Tipo de trampa
  - Disco
  - Sándwich
  - Bisel
  - V

1.5.2 Variables Dependientes

- Control del picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) con diferentes tipos de trampas y aplicación de *Beauveria bassiana* (Vuillemin, 1912).
  - Cantidad de insectos infestados.
  - Comportamiento etológico del picudo negro frente a cada tipo de trampa.

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En el manejo integrado de plagas agrícolas es importante considerar dentro del paquete técnico la parte fitosanitaria, existen una serie de métodos o tipos de control, los cuales se vienen utilizando para controlar las diferentes plagas de cultivos diversos, así podemos mencionar al control cultural, etológico, legal, físico, químico, biológico, entre otros, siendo este último el que actualmente está adquiriendo mucha importancia debido al impacto ambiental que viene causando la aplicación o uso indiscriminado de plaguicidas sintéticos dentro del control químico (Pimentel & Leman, 2013).

Tomando en cuenta los daños ocasionados por las malas prácticas en la aplicación de productos químicos lo cual ocasiona pérdidas económicas muy altas, tales como los costos ambientales (impacto sobre la vida silvestre, polinizadores, enemigos naturales, peces, calidad de agua y suelo) y el costo social (envenenamiento de trabajadores, etc.), todo esto asociados al uso de plaguicidas que alcanza cerca de 8 millones de dólares cada año (Pimentel & Leman, 2013).

La intensificación de diversos cultivos es la causa principal de este aumento, el cual incluye plaguicidas tóxicos, muchos de los cuales se pueden vincular con problemas de cáncer (Altieri, 1999). De acuerdo a la OMS, entre 500,000 y 1 millón de personas se intoxican con plaguicidas químicos anualmente y entre 5,000 y 20,000 pierden la vida. Más del 50 % de los que fallecen son trabajadores agrícolas, los demás son envenenamientos por consumo de alimentos contaminados. Entre los dos grupos la mortalidad alcanza la cantidad de 220 mil muertes al año (Eddleston, 2002).

El enfoque predominante del trabajo fué netamente experimental, el cual se realizó asociando algunas variables evaluando la aplicación de medidas preventivas mediante el uso del control biológico, probándose el efecto entomopatógeno de *B. bassiana* (Vuillemin, 1912) como controlador biológico de *C. sordidus* (Germar, 1824).

Lo que se propuso en el trabajo de investigación fue utilizar el control biológico como medida de generar la represión de *C. sordidus* mediante enemigos naturales en este caso *B. bassiana* (Vuillemin, 1912). Se considera importante generar una solución a efectos adversos del daño a uno de los cultivos bandera de la región Ucayali como es el cultivo de plátano, el cual viene

siendo afectado su producción significativamente. En vanguardia de la tecnología, mediante la aplicación del control biológico se pueda contribuir en el desarrollo de nuevas técnicas en el control fitosanitario del cultivo de plátano en los distritos de Padre Abad, Masisea e Iparía, lo cual redundará en mejorar el nivel de vida del agricultor.

1.7. VIABILIDAD

El trabajo se consideró viable por la disposición del material vegetal in situ, así como los agentes entomopatógenos a utilizar que son comercializados a un costo accesible y está disponible en el mercado.

1.8. LIMITACIONES

Se considera las condiciones medioambientales como el clima tropical propio de la región lo cual influye de alguna manera en la infestación de *C sordidus* así como en la actividad de *B. bassiana,* en las diferentes parcelas y localidades donde se realizó el trabajo de investigación.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES.

- 04 tazones de acero inoxidable de 1 L
- 02 cucharas
- 03 pares de guantes de látex
- 05 mascarillas
- 01 tijera
- 03 machetes
- 01 espátula
- 01 wincha de 50m
- 01 cuaderno de campo
- 01 paquete de etiquetas
- 03 marcadores indelebles
- 03 lápices
- 03 limas triangulares
- 01 L de alcohol

Material vegetal

- Plantación de plátano de 3 años de establecido

Microorganismos entomopatógenos

- 02 kg. Producto biológico *(Beauveria bassiana)*

Equipos

- 01 balanza gramera manual de 100g
- 01 cámara fotográfica
- 01 GPS

2.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Control biológico:** Regulación de una plaga mediante enemigos naturales, lo más habitual es que estos enemigos sean insectos depredadores de la plaga (entomófagos), parásitos, parasitoides o entomopatógenos, es decir, bacterias o virus que provocan enfermedades, se consiguen mediante cultivos en laboratorios especializados en la cría masiva del enemigo natural (Mondino & Vero, 2006).
- **Cutícula:** Capa no celular que recubre al animal, en los artrópodos las células epidérmicas segregan una sustancia (principalmente quitina) que forma una estructura dura y resistente (Agrios, 1991).
- **Entomopatógeno:** Organismo causante de enfermedades en los insectos, normalmente, bacterias, virus, protozoos u hongos (Bar, 2011).
- **Esclerotizado:** Duro por la presencia de una cutícula más o menos gruesa (Bar, 2011).
- **Exoesqueleto:** Recubrimiento, por lo general duro, que envuelve el cuerpo de los artrópodos y que proporciona sostén al cuerpo actuando como un esqueleto. El exoesqueleto está formado por la cutícula (Bar, 2011).
- **Feromona:** Substancia química que al ser liberada por un animal influye en el comportamiento o en el desarrollo de otros de la misma especie, por ejemplo, las abejas reinas producen una feromona que impide el nacimiento de otras reinas (Löhr & Parra, 2014).
- **Filum:** (Phylum) Uno de los grandes grupos usados en la clasificación de los animales. Por ejemplo, filum Artrópodos. En botánica se denomina División, un filum se divide en clases (Agrios, 1991).

- **Fitófago:** Animal que se alimenta de vegetales (Contreras, 1999).
- **Metamorfosis:** Es el paso a través de una o más formas corporales inmaduras hasta llegar a la fase de adulto o imago, principalmente hay dos tipos: metamorfosis completa y metamorfosis incompleta (Alfaro, 1998).
- **Metamorfosis completa:** Insectos, llamados holometábolos, en los que el huevo da lugar a una larva (es una forma activa generalmente vermiforme, denominada en ocasiones oruga), a continuación, se transforma en una pupa (fase latente en la que el insecto deja de alimentarse y se suele recubrir de un capullo) y por último emerge un imago o adulto (Alfaro, 1998).
- **Metamorfosis incompleta:** Insectos, llamados heterometábolos, que nacen con una forma similar a la adulta (llamada ninfa) que se parece al imago, aunque sólo tiene parcialmente desarrolladas las alas y el aparato reproductor, la ninfa se transforma en imago mediante un proceso gradual y no existe fase de pupa, las fases de ninfa están separadas por mudas o ecdisis del exoesqueleto inflexible y cada fase sucesiva se aproxima más a la forma adulta (Alfaro, 1998).
- **Ninfa:** En la metamorfosis incompleta, el insecto que nace con una forma similar a la adulta (Mazzuferi & Avalos, 1997).
- **Parásito:** Organismo que vive a expensas de otro, llamado hospedador, el hospedador siempre es perjudicado por su parásito, el parásito puede ser endoparásito o ectoparásito (Contreras, 1999).
- **Parasitoide. -** Un tipo de parásito que vive a expensas de otro, pero sin llegar a matar a su hospedador (Contreras, 1999).

2.3. MÉTODOS

2.3.1. Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se realizó en la Región Ucayali, los distritos de Padre Abad, Masisea e Iparía, con una duración de 60 días calendarios (del 22 de marzo al 22 de mayo del 2021). La ubicación geográfica de estas tres zonas se encuentra en las siguientes coordenadas:

– Padre Abad; zona 18L, 0444009 y 8997827 UTM a una altitud de 289 msnm,
– Masisea; zona 18L, 0576070 y 9048941 UTM a una altitud de 153 msnm.
– Iparía**;** zona 18L, 0572832 y 8965368 UTM a una altitud de 167 msnm.

2.3.2. Ecología y clima

Según el sistema “Holdridge”, la región Ucayali en la cual se encuentran ubicados los distritos de Aguaytía, Masisea e Iparía se clasifica como “bosque húmedo tropical (bh-T)” y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “Bosque Tropical Semi-Siempre Verde Estacional” (Rojas, 2019).

Tabla 1

Factores climáticos promedio de Padre Abad, Masisea e Iparía

Factores climáticos	Padre Abad	Masisea	Iparía
Temperatura máxima anual °C	36,5	37	32.1
Temperatura media diaria °C	26,9	32	26.5
Temperatura mínima anual °C	17,4	28	20.9
Precipitación anual (mm)	5011	1679	1727
Altitud (m.s.n.m.)	287	156	169

Fuente; SENAMHI (2019).

2.3.3. Características edáficas de las zonas en estudio

Padre Abad, Masisea e Iparía, zonas donde se realizó en trabajo de investigación están ubicados en la región Ucayali y presentan suelos predominantes pertenecientes al orden entisols, suborden Fluvent, gran grupo Udifluvents, subgrupo Typic Udifluvents, serie Loayza (USDA, 2014), con horizontes definidos “A” y “C” (Zumaeta, 2016), los cuales presentan buenas propiedades físicas en cuanto a textura, estructura, aireación, profundidad y retención de humedad, así mismo son inundables en épocas de creciente, estas características son beneficiosas puesto que permite la siembra favorable de cultivos anuales propios de la región (Guerra, 2018).

2.4. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN

2.4.1. Labores preliminares

2.4.1.1. Limpieza de las áreas para el trabajo de investigación

Se realizó liberando la plantación de la presencia de malezas lo cual permitió desarrollar el trabajo de campo de acuerdo a lo planificado.

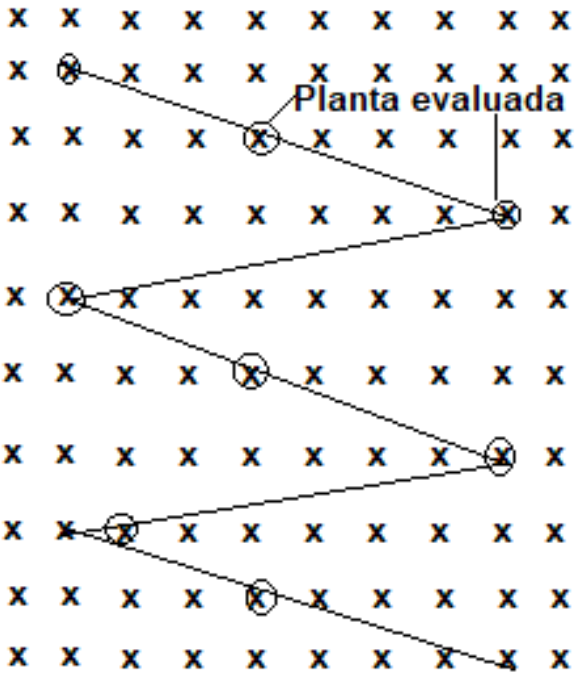
2.4.1.2. Muestreo de las parcelas en estudio

Se realizó utilizando trampas tipo sándwich, para verificar la presencia de *Cosmoplites sordidus* (Germar, 1824), se procedió a colocar 20 trampas.ha^{-1}, las cuales se distribuyeron mediante el método del zigzag (ver figura 1), luego de dos días se procedió a contar los insectos encontrados en cada trampa, cuyos resultados promedio fue para la parcela en Padre Abad de 11 insectos, Masisea 15, e Iparía 9 insectos por trampa (ver Tabla 2), con estos resultados obtenidos, se tomó como referencia la recomendación del Servicio Nacional de Sanidad Agrícola (SENASA) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), los cuales

indican que si la cantidad de insectos por trampa encontrados supera cinco es recomendable la aplicación de *Beauveria bassiana* (Vuillemin, 1912) como control biológico (Gonzales, Arevalo, & Diaz, 2012).

Figura 1

Diseño para el muestreo o diagnóstico en cada parcela principal



Se procedió a la recolección de insectos capturados en el diagnóstico mediante la trampa sándwich cuyas cantidades por parcela se observa en la siguiente tabla.

Tabla 2

Insectos capturados en el diagnostico al iniciar el trabajo de investigación

Clave	Padre Abad	Masisea	Iparía	N° de trampas. ha^{-1}
Insectos / Trampa (Promedio)	11	15	9	20
Total	220	300	180	

2.4.1.3. Elección y delimitación de las parcelas principales

Consistió en delimitar con la ayuda de una wincha y estacas tres parcelas principales de 1 hectárea cada una, ubicadas en las localidades de Padre Abad, Masisea e Iparía, considerando la plantación más homogénea además de tener en cuenta el efecto de borde respectivo.

2.4.1.4. Elección de sub parcelas, tratamientos y unidades experimentales

Se procedió a dividir cada parcela principal (216 plantas) en tres subparcelas de 24 plantas cada una y cada subparcela contenía cuatro tratamientos con 6 plantas o unidades experimentales, dichos tratamientos fueron designados al azar respectivamente.

2.4.1.5. Codificación de las sub parcelas y tratamientos

Se procedió a marcar dichas subparcelas y codificando cada tratamiento; (T1) Tipo disco, (T2) Tipo sándwich, (T3) Tipo bisel, y (T4) Tipo V (ver figura 2).

2.4.1.6. Confección de trampas

Para esto se utilizó los primeros 20 a 30 cm de la base de los cormos de las plantas en pie luego de ser cosechadas, procediendo a cortar con la ayuda de un machete de acuerdo al tipo o diseño de trampa planificado, dichos cortes se realizaron en función a un patrón caracterizado por una base y una tapa o cobertura dejando una abertura para el ingreso de la plaga, finalmente cubriendo toda la trampa con hojas de plátano para conservar la humedad y evitar la deshidratación (Luciani-Puente, 2017).

- **Tipo disco:** Este tipo de trampa se elabora con plantas en pie que fueron cosechadas, se procedió a realizar dos cortes el primero a una altura de 20 cm y el segundo a los 30 cm quedando este último fuera de la planta el cual servirá para cubrir el primer corte en forma de tapa y finalmente se cubre toda la trampa con hojas de plátano para evitar la deshidratación, eliminándose los demás residuos no utilizados (Bohorquez-Sanchez, 2020).
- **Tipo sándwich:** Para este tipo de trampa se utiliza la base del pseudotallo a la cual se le secciona mediante dos cortes transversales con una longitud de 45 a 50 cm, seguidamente se realiza un corte longitudinal isométrico quedando en dos mitades, las cuales son colocados junto a las plantas en pie, procediendo a tapar con hojas de plátano para conservar la humedad (Luciani-Puente, 2017).
- **Tipo bisel:** Este tipo de trampa se realiza en planta en pie luego de haber sido cosechadas, consiste en realizar un corte inclinado en forma diagonal en unos 30° a 40° y a unos 25 cm del suelo, seguidamente a la parte restante del pseudotallo se realiza un segundo corte transversal de unos 10 cm de grosor el cual sirve como tapa del corte anterior, seguidamente se cubre con hojas de plátano para evitar la deshidratación (Bohorquez-Sanchez, 2020).
- **Tipo V:** Para este tipo de trampa se necesita planta en pie luego de estas haber sido cosechadas, consiste en realizar dos cortes diagonales a una inclinación de 30° a 40° a una altura de 25 cm del suelo dichos cortes deben coincidir en la parte central del pseudotallo formando una especie de V, luego a la parte sobrante se realiza un corte transversal de unos 10 cm de grosor el cual servirá de tapa a los cortes anteriores, cubriéndose igualmente con hojas de plátano para conservar la humedad (Luciani-Puente, 2017).

2.4.1.7. Aplicación de *Beauveria bassiana* (Vuillemin, 1912)

Se realizó de forma manual espolvoreando sobre la superficie de cada trampa a razón de 10 g / planta trampa respectivamente.

2.4.1.8. Recolección de insectos infectados

Luego de la aplicación se realizó la recolección de insectos infectados de forma manual, al 2do, 4to y 6to día, buscando alrededor de la trampa en un radio promedio de 1.5 a 2 metros.

2.4.1.9. Cantidad de insectos infectados

La evaluación consistió en la recolección y contabilización manual de los insectos adultos infectados por cada tratamiento y repetición respectiva.

2.4.1.10. Datos a evaluar

Se evaluó el tipo de trampa en la cual se obtuvo la mayor cantidad de *C. sordidus* (Germar, 1824), infectados por *B. bassiana* (Vuillemin, 1912), comparando los cuatro tipos de trampas entre sí.

2.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De enfoque cuantitativo y de tipo experimental aplicado (Sampieri & Fernández Collado, 2014).

2.6. DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Tratamientos

- T1: Disco
- T2: Sándwich
- T3: Bisel
- T4: V

Figura 2

Diseño de las parcelas principales con sus tratamientos

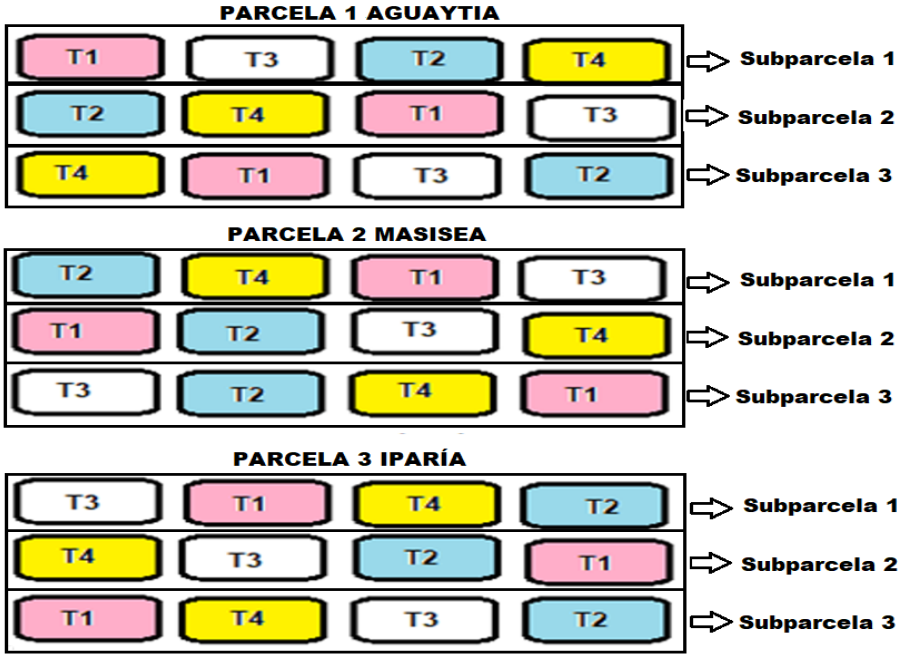
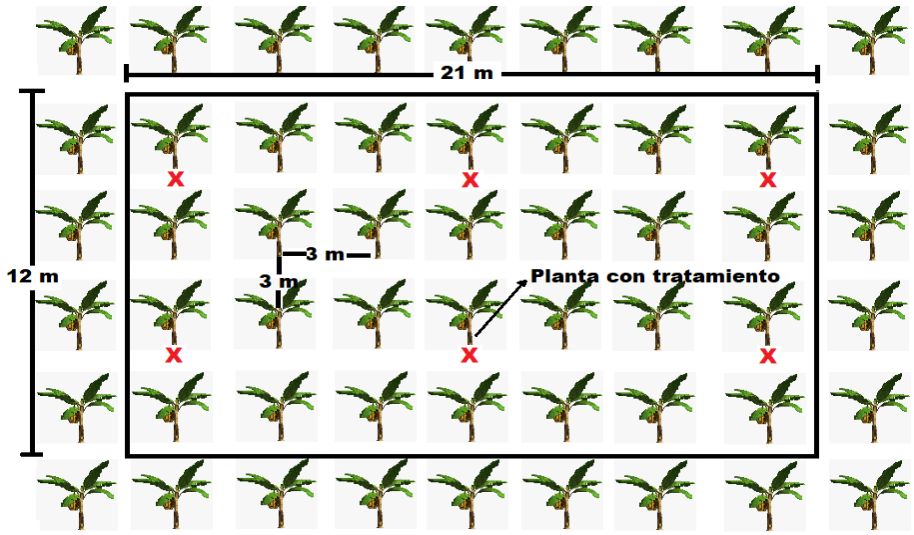


Figura 3

Diseño y dimensiones de un Tratamiento



2.7. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.7.1 Población y muestra

Para realizar el trabajo de campo se inició seleccionando una hectárea en cada zona donde se realizó la investigación, haciendo un total aproximado de tres hectáreas cuyas plantaciones de plátano tenían un promedio de tres años de haber sido establecido y a una densidad de siembra de 3m x 3m (1111 plantas.ha^{-1}), así mismo teniendo en cuenta las condiciones topográficas, de relieve propios de la región y efectos de borde, se consideró trabajar con una población de 500 plantas por zona de estudio, de las cuales se calculó la muestra (ver anexo) obteniendo una muestra de 216 plantas por localidad (ver figura 2); o parcela principal que estaba dividida en tres subparcelas con cuatro (04) tratamientos cada una y cada tratamiento constaba de seis (06) plantas o unidades experimentales respectivamente (figura 3).

2.8. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.8.1 Diseño experimental

Se utilizó un arreglo en parcelas divididas con cuatro (4) tratamientos y tres (03) repeticiones, así mismo para encontrar la diferencia significativa entre medias se realizó la prueba de Tukey (HSD) a un nivel de significancia del 0.05.

Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \tau_i + (\gamma\tau)_{ki} + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Representa a la parcela Representa a la subparcela

Donde:

Y_{ijk} : Observación de la unidad experimental.

μ : Media general del ensayo.

γ_k : Efecto de los bloques.

τ_i : Efecto del tratamiento T de la parcela.

$(\gamma\tau)_{ki}$: Error de la parcela [$E_{(a)}$].

β_j : Efecto del tratamiento β de la subparcela.

$(\tau\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción de los tratamientos de la parcela y sub parcela.

ε_{ijk} : Error de la subparcela [$E_{(b)}$].

2.9. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

2.9.1 Determinación de la cantidad de insectos infectados.

Para determinar el tipo de trampa más adecuado dentro de los tratamientos en estudio se procedió al recojo y contabilización de insectos encontrados en cada trampa dentro un rango de 1.5 a 2 metros de radio, dicha recolección por trampa se realizó a los 2, 4 y 6 días después de la aplicación.

2.9.2 Recojo, procesamiento y presentación de datos.

Se procedió a recolectar la información de las tres zonas en estudio (Padre Abad, Masisea e Iparía), iniciando con la obtención de las diferentes cantidades en la primera evaluación a los 2 días, la segunda evaluación a los 4 días y la tercera evaluación a los 6 días.

Seguidamente se realizó la contabilización de los insectos encontrados en cada trampa y tratamiento para la evaluación correspondiente, dichos datos se tabularon mediante el software estadístico R Studio, lo cual nos permitió determinar la significancia respectiva.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Evaluación de cuatro diferentes tipos de trampas con *Beauveria bassiana* sobre el número de individuos adultos *Cosmopolites sordidus* infectados.

Según la Tabla 3 y la Figura 4, la media del número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 2 días después de la aplicación fue estadísticamente diferente según los tipos de trampa empleados. Se obtuvo mayor número de individuos adultos capturados en T4: V con 23.44 unidades, estadísticamente diferente al resto de tratamientos; y una menor media en T1: Disco con 14.78 unidades, estadísticamente igual a T2: Sándwich con 15 unidades.

Según la Tabla 4 y la Figura 5, la media del número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 2 días después de la aplicación fue estadísticamente diferente según las localidades empleadas. Se obtuvo mayor número de individuos adultos capturados en L2: Masisea con 25.83 unidades, estadísticamente diferente al resto de localidades; y una menor media en L3: Iparía con 12.25 unidades, estadísticamente diferente al resto de localidades.

Según la Tabla 5 y Figura 6, la media del número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 2 días después de la aplicación posee una interacción estadísticamente significativa entre los tipos de trampa y las localidades empleadas.

Dentro de los efectos generados por el tipo de trampa T1: Disco sobre el número de individuos adultos capturados, se observó que las medias según las localidades empleadas fueron estadísticamente diferentes, con una mayor media en la interacción con L2: Masisea con 19 unidades, estadísticamente diferente al resto de localidades; y se observó una menor media en la interacción con L3: Iparía con 11.33 unidades, estadísticamente igual a L1: Padre Abad (Aguaytía) con 14 unidades. Dentro de los efectos generados por el tipo de trampa T2: Sándwich sobre el número de individuos adultos capturados, se observó que las medias según las localidades empleadas fueron estadísticamente diferentes, con una mayor media en la interacción con L2: Masisea con 20.67 unidades, estadísticamente diferente al resto de localidades; y se observó una menor media en la interacción con L3: Iparía con 10 unidades, estadísticamente igual a L1: Padre Abad (Aguaytía) con 14.33 unidades. Dentro de los efectos generados por el tipo de trampa T3: Bisel sobre el número de individuos adultos capturados, se observó que las medias según las localidades empleadas fueron estadísticamente diferentes, con una mayor media en la interacción con L2: Masisea con 29 unidades, estadísticamente diferente al resto de localidades; y se observó una menor media en la interacción con L3: Iparía con 13 unidades, estadísticamente igual a L1: Padre Abad (Aguaytía) con 15.67 unidades. Dentro de los efectos generados por el tipo de trampa T4: V sobre el número de individuos adultos capturados, se observó que las medias según las localidades empleadas fueron estadísticamente diferentes, con una mayor media en la interacción con L2: Masisea con 34.67 unidades, estadísticamente diferente al resto de localidades; y se observó una menor media en la interacción con L3: Iparía con 14.67 unidades, estadísticamente igual a L1: Padre Abad (Aguaytía) con 21 unidades.

Dentro de los efectos generados por el entomopatógeno L1: Padre Abad (Aguaytía) sobre el número de individuos adultos capturados, se observó que las medias según los tipos de trampa aplicadas fueron estadísticamente iguales, con una mayor media en la interacción con T4: V con 21 unidades, estadísticamente diferente al resto de trampas; y una menor media en la interacción con T1: Disco con 14 unidades, estadísticamente igual a T2: Sándwich y T3: Bisel con 14.33 y 15.67 unidades respectivamente. Dentro de los efectos generados por el entomopatógeno L2: Masisea sobre el número de individuos adultos capturados, se observó que las medias según los tipos de trampa aplicadas fueron estadísticamente diferentes, con una mayor media en la interacción con T4: V con 34.67 unidades, estadísticamente diferente al resto de trampas; y una menor media en la interacción con T1: Disco con 19 unidades, estadísticamente igual a T2: Sándwich con 20.67 unidades. Dentro de los efectos generados por dicho entomopatógeno L3: Iparía sobre el número de individuos adultos capturados, se observó que las medias según los tipos de trampa aplicadas fueron estadísticamente iguales, con una mayor media en la interacción con T4: V con 14.67 unidades y una menor media en la interacción con T2: Sándwich con 10 unidades.

Tabla 3

Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 2 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampas

Código	Tratamiento	$\bar{x}$	Error estándar	Significancia
T1	Disco	14.78	±1.28	c
T2	Sándwich	15.00	±1.60	c
T3	Bisel	19.22	±2.56	b
T4	V	23.44	±3.02	a
	$\bar{x}$	18.11		

Tratamientos que compartan al menos una letra son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de 0.05 según la prueba de Tukey (HSD).

Figura 4

Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 2 dias despues de la aplicacion de cuatro tipos de trampa

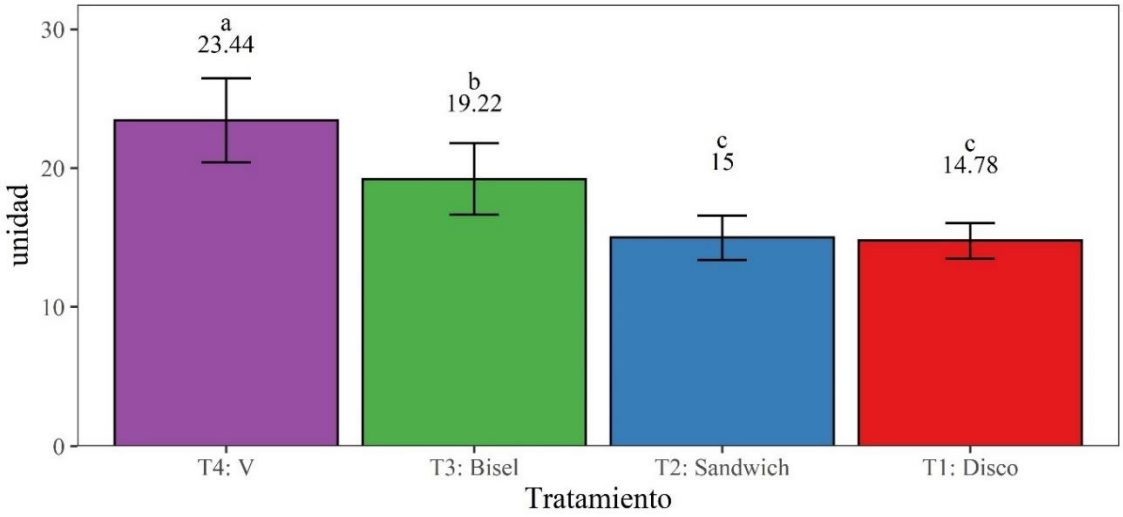


Tabla 4

Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 2 días después de la aplicación en tres localidades

Código	Localidad	x̄	Error estándar	Significancia
L1	Padre Abad (Aguaytía)	16.25	±1.04	b
L2	Masisea	25.83	±1.98	a
L3	Iparía	12.25	±0.64	c
	x̄	18.11		

Tratamientos que compartan al menos una letra son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de 0.05 según la prueba de Tukey (HSD).

Figura 5

Número de individuos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 2 días después de la aplicación después de la aplicación en tres localidades

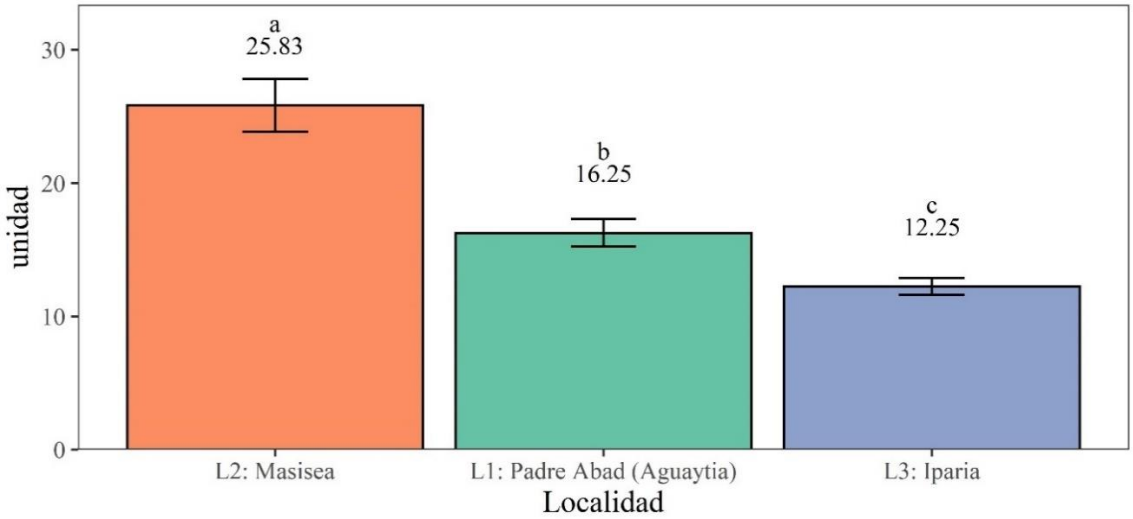


Tabla 5

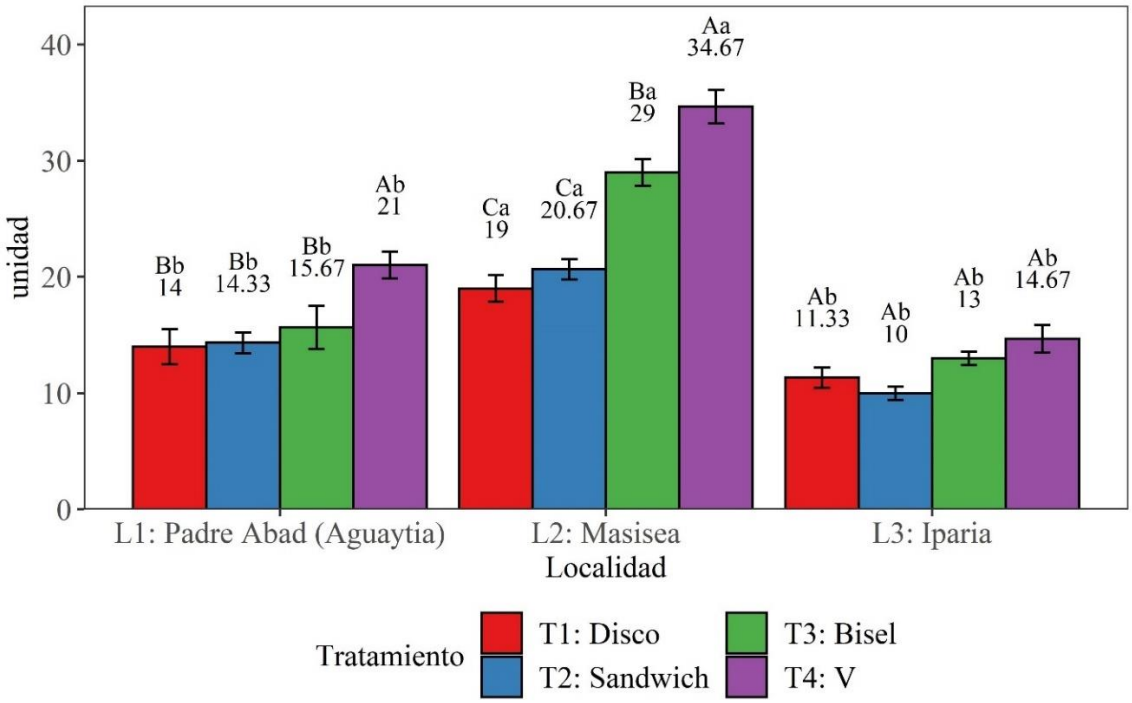
Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 2 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampas en tres localidades

Tratamientos	L1: Padre Abad (Aguaytía)			L2: Masisea			L3: Iparía			x̄
	x̄	E.E.	Sig.	x̄	E.E.	Sig.	x̄	E.E.	Sig.	
T1: Disco	14.00	±1.53	Bb	19.00	±1.15	Ca	11.33	±0.88	Ab	14.78
T2: Sándwich	14.33	±0.88	Bb	20.67	±0.88	Ca	10.00	±0.58	Ab	15.00
T3: Bisel	15.67	±1.86	Bb	29.00	±1.15	Ba	13.00	±0.58	Ab	19.22
T4: V	21.00	±1.15	Ab	34.67	±1.45	Aa	14.67	±1.2	Ab	23.44
x̄	16.25			25.83			12.25			18.11

Tratamientos que compartan al menos una letra, las mayúsculas en las columnas y las minúsculas en las filas, son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de 0.05 según la prueba de Tukey (HSD).

Figura 6

Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 2 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampa en tres localidades



Según la Tabla 6 y la Figura 7, la media del número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 4 días después de la aplicación fue estadísticamente diferente según los tipos de trampa empleados. Se obtuvo mayor número de individuos adultos capturados en T4: V con 9.78 unidades, estadísticamente igual a T3: Bisel con 8.11 unidades; y una menor media en T1: Disco con 6.33 unidades, estadísticamente igual a T2: Sándwich con 7.33 unidades y a T3: Bisel.

Según la Tabla 7 y la Figura 8, la media del número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 4 días después de la aplicación fue estadísticamente diferente según las localidades empleadas. Se

obtuvo mayor número de individuos adultos capturados en L2: Masisea con 9.5 unidades, estadísticamente igual a la localidad L1: Padre Abad (Aguaytía) con 8.92 unidades; y una menor media en L3: Iparía con 5.25 unidades, estadísticamente diferente al resto de localidades.

Según el Anexo 3, la media del número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 4 días después de la aplicación posee una interacción estadísticamente significativa entre los tipos de trampa y las localidades empleadas.

Tabla 6

Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 4 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampa

Código	Tratamiento	$\bar{x}$	Error estándar	Significancia
T1	Disco	6.33	±0.75	b
T2	Sándwich	7.33	±0.67	b
T3	Bisel	8.11	±0.87	ab
T4	V	9.78	±1.02	a
	$\bar{x}$	7.89		

Tratamientos que compartan al menos una letra son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de 0.05 según la prueba de Tukey (HSD).

Figura 7

Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 4 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampa

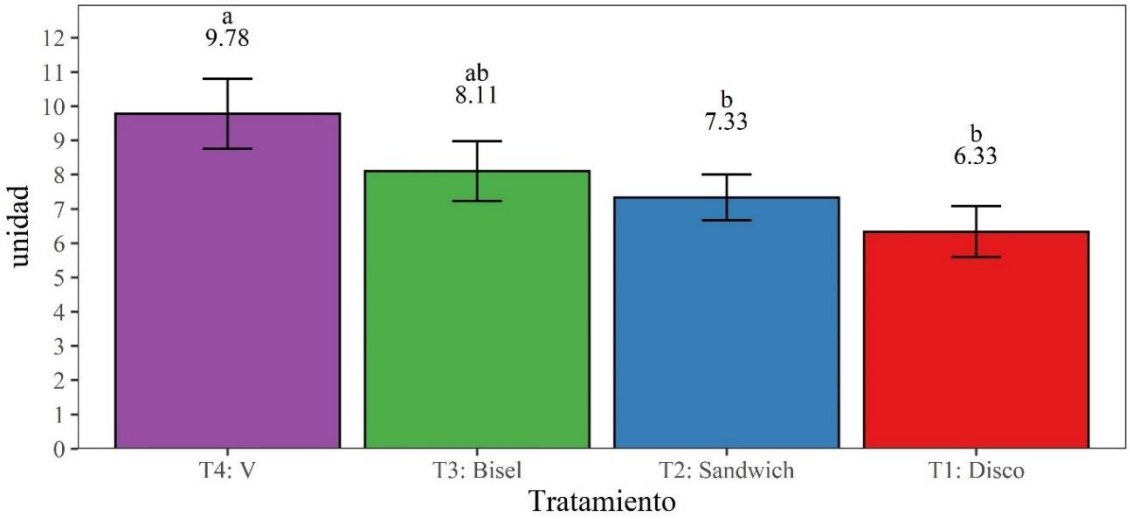


Tabla 7

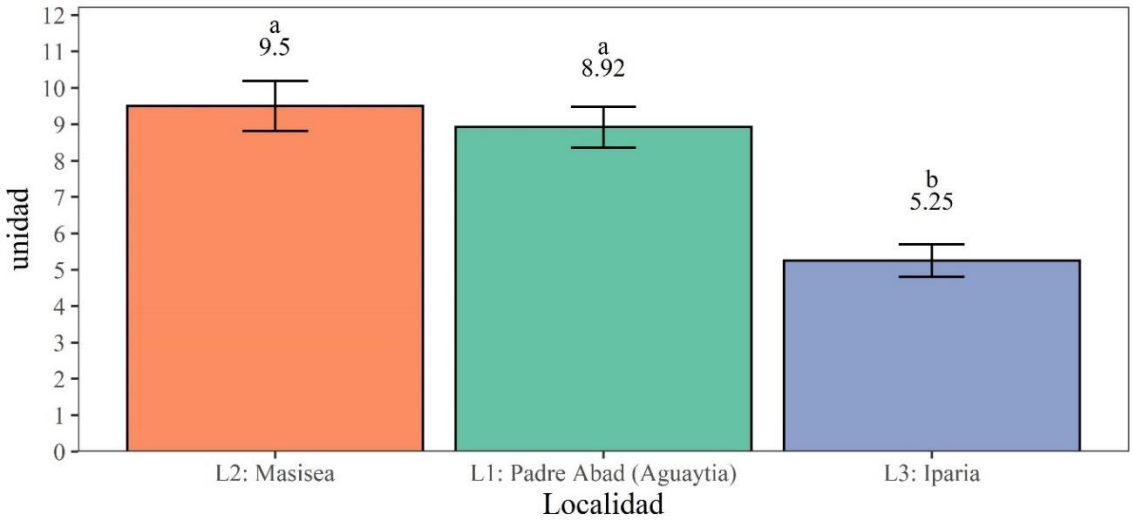
Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 4 días después de la aplicación en tres localidades

Código	Localidad	x̄	Error estándar	Significancia
L1	Padre Abad (Aguaytía)	8.92	±0.57	a
L2	Masisea	9.50	±0.69	a
L3	Iparía	5.25	±0.45	b
	x̄	7.89		

Tratamientos que compartan al menos una letra son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de 0.05 según la prueba de Tukey (HSD).

Figura 8

Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 4 días después de la aplicación en tres localidades.



Según la Tabla 8 y la Figura 9, la media del número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 6 días después de la aplicación fue estadísticamente igual según los tipos de trampa empleados. Se obtuvo mayor número de individuos adultos capturados en T1: Disco con 2.56 unidades y una menor media en T3: Bisel con 1.78 unidades.

Según la Tabla 9 y la Figura 10, la media del número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 6 días después de la aplicación fue estadísticamente diferente según las localidades empleadas. Se obtuvo mayor número de individuos adultos capturados en L2: Masisea con 2.83 unidades, estadísticamente igual a la localidad L1: Padre Abad (Aguaytía) con 2.58 unidades; y una menor media en L3: Iparía con 1.33 unidades, estadísticamente diferente al resto de localidades.

Según el Anexo 3, la media del número de individuos adultos de *C. sordidus* infectados con *B. bassiana* capturados a los 6 días después de la aplicación posee una interacción estadísticamente significativa entre los tipos de trampa y las localidades empleadas.

Tabla 8

Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 6 días después de la aplicación de cuatro tipos de trampa

Código	Tratamiento	$\bar{x}$	Error estándar	Significancia
T1	Disco	2.56	±0.38	a
T2	Sándwich	2.11	±0.26	a
T3	Bisel	1.78	±0.22	a
T4	V	2.56	±0.44	a
	$\bar{x}$	2.25		

Tratamientos que compartan al menos una letra son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de 0.05 según la prueba de Tukey (HSD).

Figura 9

Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 6 días después de la aplicación en tres localidades

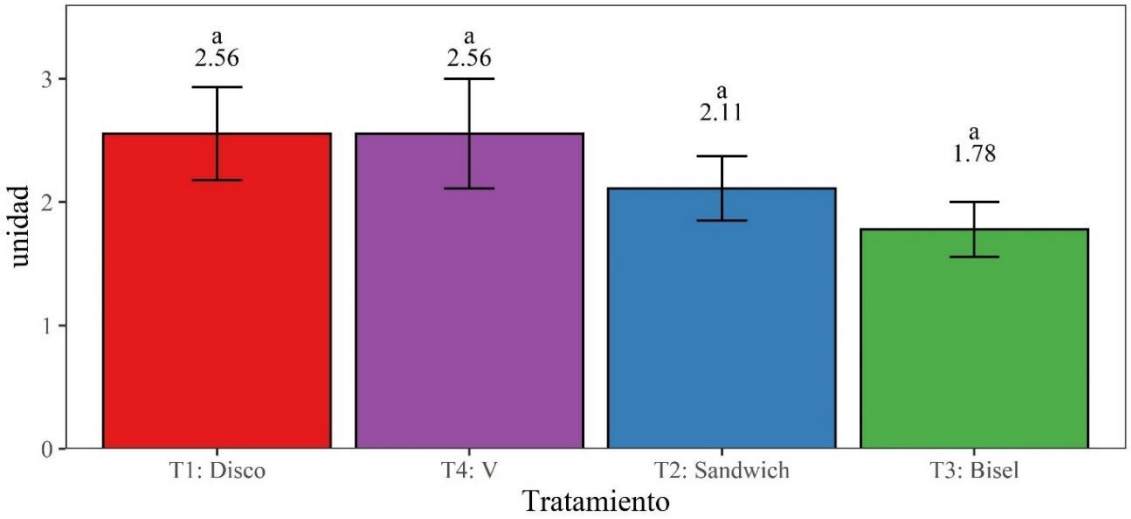


Tabla 9

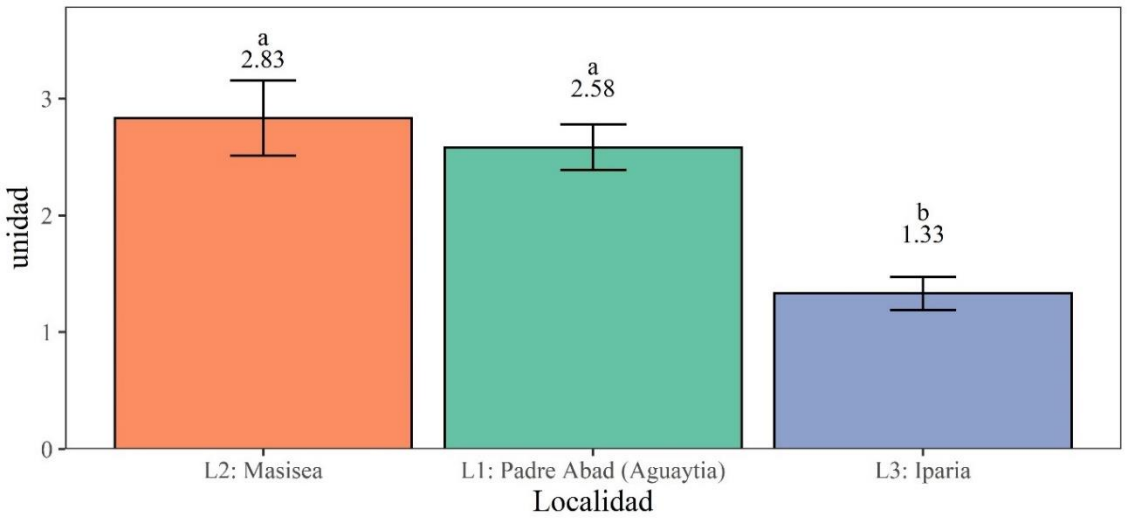
Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 6 días después de la aplicación en tres localidades

Código	Localidad	x̄	Error estándar	Significancia
L1	Padre Abad (Aguaytía)	2.58	±0.19	a
L2	Masisea	2.83	±0.32	a
L3	Iparía	1.33	±0.14	b
	x̄	2.25		

Tratamientos que compartan al menos una letra son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de 0.05 según la prueba de Tukey (HSD).

Figura 10

Número de individuos adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana capturados a los 6 días después de la aplicación en tres localidades



En función a los datos obtenidos en el diagnostico referente al umbral de acción (Tabla 2) Padre Abad 11 insectos, Masisea 15 e Iparía 9, se asume porcentualmente la eficacia de *B. bassiana* con lo cual se logró controlar en función a la evaluación final media, en Padre Abad 76.5%, Masisea 81.13% e Iparía 85.2%.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Estadísticamente al comparar los tratamientos de las plantas trampa Tipo V y Tipo bisel son estos los que sobresalen significativamente, concordante con lo reportado por (Bohórquez-Sanchez, 2020) afirma que los mejores resultados en una evaluación son utilizando atrayentes naturales y trampas, asumiendo en este caso como atrayente natural la savia expuesta permitiendo atraer a *C. sordidus* en los diferentes tipos de trampas instaladas destacando la tipo V seguido de la tipo bisel respectivamente.

Relacionado al tiempo de acción del entomopatógeno es relativo lográndose los mejores resultados en los dos primeros días donde se manifiesta dicho efecto de *B. bassiana* esto va depender de la predisposición de la plaga al buscar la planta trampa en promedio al segundo día, esto debido a la liberación de la savia lo cual atrae a la plaga, es en esta sustancia que se impregna *B. bassiana*, y al hacer contacto con la plaga ésta última es infectada, la actividad del entomopatógeno puede prolongarse por mucho más tiempo, incluso mayor a 17 días (Zapata-Coronado, 2016).

La efectividad y rapidez del entomopatógeno se evidencia en el comportamiento descendente durante las evaluaciones realizadas, disminuyendo gradualmente la cantidad de adultos de *C. sordidus,* lo cual concuerda con lo mencionado por (Cayetano-Huaman, 2019); donde reporta que la evaluar el control biológico de *C. sordidus* aplicando *B. bassiana,* en cada evaluación la plaga tiende a bajar el coeficiente de daño ocasionado debido a dicha aplicación del mencionado entomopatógeno.

Las plantas trampa con *B. bassiana* ha demostrado su eficiencia controlando significativamente a *C. sordidus* en el cultivo de plátano, lo cual las cantidades recolectadas de insectos infectados disminuyen en cada una de las evaluaciones realizadas, observando que en la primera evaluación se obtuvo la mayor cantidad de insectos, disminuyendo dicha cantidad en las evaluaciones posteriores, efecto que se repitió en la tres localidades evaluadas, se asume al comportamiento de dicha plaga, destacando en primer lugar la trampa tipo V, seguido de la tipo bisel. (Luciani-Puente, 2017) la eficiencia de cuatro plantas trampa para control de *C. sordidus,* en zonas de selva alta, la mayor cantidad de insectos capturados se obtuvo con el uso de plantas trampa tipo canoa, seguido del tipo sándwich, lo cual difiere con las evaluaciones realizadas asumiendo las condiciones de selva baja, siendo los resultados con mayor media de infección las plantas trampa en pie y con mayor área de aplicación.

El efecto entomopatógeno de *B. bassiana* posiblemente no está en función a la cantidad mínima o máxima aplicada, puesto que se utilizó 10 g/planta obteniendo resultados estadísticamente significativos lo cual difiere con lo reportados por (Rios-Chuquista, 2007); el cual utilizó 20 g/planta en cuatro tratamientos con diferentes entomopatógenos, destacando el tratamiento con *B. bassiana*, obteniendo mayor porcentaje de *C. sordidus* y *Metamasius hemipterus* muertos y esporulados.

El comportamiento de *C. sordidus* frente a los diferentes tipos de trampas, se asume a la mayor área expuesta en pie de planta donde se realizó la aplicación, así mismo a las características propias de dichas trampas. (Guerra-Abanto, 2018); evaluó diferentes tipos de trampas para la captura de *C. sordidus*,

destacando la trampa tipo disco con la mayor cantidad de insectos capturados, seguidos de la tipo longitudinal y tipo V. así mismo reporta que de las evaluaciones realizadas la mayor cantidad de insectos adultos capturados se obtuvo en la primera evaluación, evidentemente se corrobora con las evaluaciones realizadas donde destaca que la mayor media se obtuvo en la primera evaluación y en las tres zonas evaluadas.

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis e interpretación de los resultados experimentales obtenidos en el trabajo de investigación se llegó a determinar las siguientes conclusiones:

Se evaluó cuatro tipos de trampas con *B. bassiana* a razón de 10 g/planta para el control biológico de *C. sordidus,* donde el tratamiento que presentó mayor efecto entomopatógeno fue el tratamiento T4 (Trampa tipo V), en el cual se obtuvo la mayor cantidad de adultos infectados con una media general de 34.67 en la localidad de Masisea, 21.00 en Padre Abad y 14.67 en Iparía.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas se determinó el efecto del tipo de trampa en el control biológico de *C. sordidus* en el cultivo del plátano mediante cuatro tratamientos aplicados, determinándose que el tratamiento T4 (Trampa tipo V) obtuvo una media mayor con un total de 34.67 insectos infectados en la localidad de Masisea, 21.00 en la localidad de Padre Abad y 14.67 en Iparía. En segundo lugar, se encuentra el tratamiento T3 (Trampa tipo bisel) con 29.00 insectos infectados en la localidad de Masisea, 15.67 en Padre Abad y 13.00 en Iparía. En tercer lugar, se encontró el tratamiento T2 (Trampa Tipo Sándwich) con una media de 20.67 en la localidad de Masisea, 14.33 en Padre Abad y 10.00 en Iparía, y finalmente se obtuvo en el tratamiento T1 (Trampa Tipo Disco) se obtuvo una media de 19.00 insectos adultos infectados en la localidad de Masisea, 14 en Padre Abad y 11.33 en la localidad de Iparía respectivamente.

De las tres localidades evaluadas y los tratamientos aplicados se determinó el efecto del tipo de trampa con *B. bassiana* en el control biológico de *C. sordidus* adultos, encontrándose en la localidad de Masisea una media de

25.83 insectos, Padre Abad 16.25 e Iparía con 12.25 en la primera evaluación. Así mismo en la segunda evaluación se registró en la localidad de Masisea una media de 9.50, Padre Abad 8.92 e Iparía 5.25, finalmente en la tercera evaluación en la localidad de Masisea se registró una media de 2.58, Padre Abad 2.58 e Iparía con una media de 1.33 insectos adultos infectados respectivamente.

SUGERENCIAS

Utilizar para el control biológico de *C. sordidus* en el cultivo de plátano, plantas trampa en pie de tipo V con la aplicación de *B. bassiana* a razón de 10g/planta y a una cantidad mínima de 20plantas /hectárea, desarrollando estrategias de evaluación o monitoreo antes durante y después de los diferentes impactos que afecten la producción con la finalidad de disminuir el impacto causado por el uso indiscriminado de plaguicidas de síntesis química, promoviendo el control biológico mediante la aplicación de entomopatógenos y priorizando dentro del paquete técnico prevenir infestaciones por *C. sordidus*, puesto que se considera una plaga clave en la región y el agricultor opta por el control químico, el cual posee efectos residuales nocivos y contamina el medio ambiente, influenciando negativamente contra los insectos y microorganismos benéficos.

Replicar el trabajo de investigación en diferentes zonas plataneras y épocas del año en la región Ucayali, realizando estudios o programas de valoración, monitoreos periódicos y evaluando permanentemente la población de *C. sordidus* adultos mediante diagnósticos, analizando variables climáticas como altitud, temperatura y humedad, así como efectuando estudios referente a dicha plaga y sus controladores biológicos naturales, sociabilizando los resultados con los productores de plátano y eligiendo áreas de vigilancia las cuales deben existir para prevenir los diferentes tipos de plagas que afectan al cultivo de plátano.

Incentivar mediante la transferencia de tecnología a través de las entidades competentes del sector agricultura proyectando y ejecutando como

política conservacionista medioambiental priorizando el control biológico dentro de la cadena productiva del cultivo del plátano con participación de los centros de formación profesional y entidades estatales del rubro y cultivo en mención, esto por ser uno de los cultivos de importancia económica en la región Ucayali, puesto que viene siendo afectado actualmente su rendimiento por el ataque de *C. sordidus,* en efecto un adecuado manejo integrado enfocado desde el punto de vista biológico redundará mejorando el nivel de vida del agricultor así como la rentabilidad basado en el uso de la agricultura orgánica,.

Utilizar el presente estudio como inicio de futuras investigaciones con la finalidad de amenorar o aplicar alternativas para reducir los impactos negativos de *C. sordidus* en el rendimiento del cultivo del plátano, así como el impacto ambiental negativo ocasionado con la aplicación de plaguicidas de síntesis química los cuales generan impactos medioambientales negativos, en consecuencia haciendo uso de microorganismos entomopatógenos como *B. bassiana* se puede prevenir, controlar, mitigar y compensar los posibles impactos negativos en la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrios, G. N. (1991). *Fitopalogia.* 2da edicion; Edit. Limusa; Mexico.

Alarcon, J. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del plátano, Instituto Colombiano Agropecuario.* Bogota, Colombia: ICA. Obtenido de https://www.ica.gov.co/getattachment/08fbb48d-a985-4f96-9889-0e66a461aa8b/-nbsp;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-platano.aspx

Alfaro, D. C. (1998). *Estados inmaduros de insectos de los ordenes coleoptera, diptera y lepidoptera.* Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Bar, M. E. (2011). *Biologia de los artropodos.* Argentina: Universidad Nacional del Nordeste.

Bohórquez-Sanchez, K. D. (2020). *Manejo etologico del picudo negro (Cosmopolites sordidus) en el cultivo de banano (Musa acuminata AAA), Jujan-Guajas [Tesis Ingeniero agronomo, Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador].* Repositorio Institucional, Guayaquil. Obtenido de http://181.198.35.98/Archivos/bohorquez%20sanchez%20kevin%20david_compressed.pdf

Carballo, M. (2001). Opciones para el menejo del picudo negro del platano. *Manejo integrado de plagas (Costa Rica) N° 59 p.i-iv,-2001 Hoja Tecnica N° 36 CATIE MIP, Unidad de Fitoproteccion*. Obtenido de http://www.sidalc.net/repdoc/A1750E/A1750E.PDF

Castrillon, C. (1983). *Evaluación de dos tipos de trampas “Disco de Cepa” en plátano, en el departamento de Risaralda.* Bogota, Colombia: X Congreso Sociedad de Entomologia - Scolen - Resumen.

Cayetano-Huaman, L. (2019). *Beauveria bassiana y barrera física en el control de Cosmopolites sordidus en el cultivo de platano, Pichari Cusco [Tesis Ingeniero agroforestal, Universidad Nacioanl San Cristobal de Huamanga, Peru].* Repositorio Institucional, Ayacucho. Obtenido de http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3529

CEDAF. (2000). *El cutivo del platano.* Santo Domingo, Republica Dominicana: CEDAF. Obtenido de http://190.167.99.25/digital/platano.pdf

Contreras, T. P. (1999). *La especializacion en los insectos fitofagos.* Granada, España: Universidad de Granada.

Damas, B. G. (2012). *Aislamiento y efectividad de Beauveria bassiana Villemin para el control biológico de la cucaracha urbana Periplaneta americana.* Monterrey, Mexico: Tesis Doctoral, Universidad Autonoma de Nuevo Leon.

Eddleston, H. e. (2002). *Organizacion mundial de la salud, efectos contaminantes por agroquimicos.* Mexico DF: Trillas.

Fernandez Gaitan, C. E., & Paico Marin, S. R. (2018). *Concentración mínima efectiva del entomopatógeno Beauveria bassiana expuesta a radiacion UV-C sobre Spodoptera frujiperda y Cosmopolites sordidus [Tesis Licenciatura, Universidad Nacioanl Pedro Ruiz Gallo, Peru].* Repositorio Institucional,Lambayeque.Obtenido.de.http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/3939

Garcia, A. (2013). *efectividad de los hongos entomopatógenos Beauveria bassiana para el control de homópteros en condiciones controladas.* La Habana, Cuba: ARIAS.

Garcia, G. M., Silvia, C., & Lesher, J. &. (2008). *Hongos entomopatogenos com una alternativa en elc control biologico*. Obtenido de https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/846/709

Gomez, H., & Soberanis, W. (2013). *Manual de produccion y uso de hongos antagonistas.* Lima, Peru: SENASA.

Gonzales, C., Arevalo, P. E., & Diaz, J. A. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del platano.* Bogota, D.C. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario. Obtenido de https://www.ica.gov.co/getattachment/08fbb48d-a985-4f96-9889-0e66a461aa8b/-nbsp;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-platano.aspx

Guerra, A. D. (2018). *Comparativo de trampas para el control del picudo negro (Cosmopolites sordidus) en el cultivo de platano (Musa paradisiaca) en Aguaytia.* Pucallpa, Perú: Universidad Nacional de Ucayali - Tesis para optar el Titulo profesional de Ingeniero agrónomo. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3917/UNU_agronomia_2015_ac_dersyguerra_isaiasgonzalez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Guzman-Augurto, C. D. (2019). *Aleterantivas parael control de picudo negro (Cosmopolites sordidus) en el cultivo de banano convencional.* Universidad Tecnica de Machala [Tesis Ingeniero agronomo], Machala, Ecuador. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13852/3/DE00006_trabajodetitulacion2.pdf

Herrera. (2011). *Manejo integrado del cultivo del plátano.* (Agrobanco, Ed.) Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina. Obtenido de

https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Platano/manejo_integrado_del_cultivo_de_platano.pdf

Herrera, R. M., & Colonia, C. L. (2011). *Guia tecnica - Manejo integrado del cultivo del platano.* Peru: Universidad Nacional Agraria la Molina - Agrobanco. Obtenido de https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Platano/manejo_integrado_del_cultivo_de_platano.pdf

Hoyos, R. R., Buitrago, G. C., & Andrade, C. N. (2009). *Identificación y manejo integrado de plagas en banano y plátano en Magdalena y Urabá Colombia.* Medellin, Colombia: AUGURA. Obtenido de https://www.academia.edu/32097913/Gu%C3%ADa_integrado_de_plagas_en_banano_y_pl%c3%a1tano_identificaci%c3%b3n_y_manejo_reducci%c3%93n_del_escurrimiento_de_plaguicidas_al_mar_caribe_

Huarte, B. ,. (2017). *Caracterizacion molecular de genes del hongo entomopatogeno Beauveria bassiana involucrados en la captacion y degradacion de hidrocarburos de insecto [Universidad Nacional de la Plata. Tesis Doctoral].* La Plata Argentina. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/84182/CONICET_Digital_Nro.befa17cd-bf11-45e8-9fcb-2a312d77465f_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Life, C. o. (2021). *Catalogue of life*. Obtenido de Catalogue of life: https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/6B7T9

Löhr, B., & Parra, P. P. (2014). *Manual del trampeo del picudo negro de las palmas.* Cali, Colombia: CIAT.

Lopez Mozariegos, G. U. (2017). *Control biologico de Cosmoplites sordidus con bacteriophora y Beauveria bassiana en el cultivo de plátano [Tesis de Licenciatura, Universidad Rafael Landivar].* Repositorio Institucional, Coatepeque - Guatemal. Obtenido de http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/17/Lopez-Gerson.pdf

Luciani-Puente, D. C. (2017). *Eficiencia de cinco tipos de trampas para el control del gorgojo negro y picudo rayado en el cultivo de platano en la zona de Tulumayo, [Tesis Ingeniero agronomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Peru].* Repositorio Institucional, Tingo Maria. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1246

Mazzuferi, V., & Avalos, S. (1997). *Metamosfosis de insectos.* Cordova, Argentina: Universidad Nacional de Cordova.

Mejia, C. G. (2018). *Cultivo de platano (Musa paradisiaca).* El Salvador: CENTA. Obtenidodehttp://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Platano%202019.pdf

Merino, M. E. (2014). *Cadena de valor del sistema de produccion-comercializacion del platano bellaco (Musa paradisiaca) var Harton propuesta de estrategias de fortalecimiento de la competividad en el distrito de Padre Abad.* Tacna, Peru: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.Obtenido.de.http://www.repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/986/TM146_Merino_Maguina_EG%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Messiaen, G. y. (2000). *Hongos entomopatógenos en los cultivos industriales,.* Mexico, DF: Mc Graw Hill.

Molina Valarezo, M. A. (2019). *Incidencia del picudo rayado en plantacion de banano con manejo organico y convencional [Tesis Ingeniero agronomo, Uninversidad Catolica de Santiago de Guayaquil, Ecuador].* Repositorio Institucional, Guayaquil. Obtenido de http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12764

Mondino, P., & Vero, S. (2006). *Control Biologico de Control de Plantas.* Montevideo, Uruguay: Universidad de la Republica.

Monzon, A. (2001). *Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas.* Costa Rica: CATIE.

Motta-Delgado, P., & Murcia-Ordoñez, B. (2011). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Ambiente y Agua*. doi:(http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.187)

Olivares, N. G. (2018). Cosmopolites sordidus en el cultivo de la banana. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA , Ficha Tecnica 45 Entomologia*. Obtenido de https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/67115/NR41176.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Paucar, H. (2008). *Determinación del nivel poblacional de Cosmopolites sordidus. .* Babahoyo, Ecuador: Tesis para optar el titulo de Ingeniero agronomo - Universidad Tecnica de Babahoyo.

Pimentel, Y., & Leman, H. (2013). *Los pesticidas y el medio ambiente.* Nueva York, EE. UU.: Ethics Chapman & Hall.

Restrepo. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de platano (Musa spp).* Bogota, Colombia: ICA.

Rios-Chuquista, R. C. (2007). *Control del gorgojo Cosmoplites sordidus y Metamasius hemipterus en platano con hongos entomopatogenos Beauveria Bassiana [Tesis Ingeniero agronomo, Universidad Nacioanl de San Martin, Peru].* Repositorio Institucional, Tarapoto. Obtenido de http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/1606

Rojas, E. S. (2019). *Estimacion de las zonas de vida de Holdridge en el Peru.* Lima, Peru: Ministerio del Ambiente - SENAMHI.

Sampieri, R. H., & Fernández Collado, C. (2014). *Metodologia de la Investigacion.* Mexio, DF: Mc Graw Hill.

Sandoval, M. (2015). *Evaluación de tipos de trampa para la captura de Cosmopolites sordidus, en el cultivo de Banano.* Zacapa, Guatemala: Tesis para optar el Titulo d eingeniero agronomo - Universidad Nacional de Zacapa.

Solis, A. (2007). *El cultivo del plátano en México.* Buena Vista, Mexico: Monografia para obtener el Titulo de Ingeniero agronomo - Universidad de Buena Vista.

Sosa, A. G. (2019). *Caracterizacion fisicoquimica y capacidad antioxidante de harina de rizoma de platano macho (Musa paradisiaca L.).* Mexico. Obtenido.de.https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59800641/Memorias_Academia_Journals_Tepic_2019_-_capacidad_antioxidante20190619-16002-egvxi1-with-cover-page-

v2.pdf?Expires=1633747329&Signature=V39LIHH208~mv2ThiaKhOC25KHMAH4UT7lZASH8B2L~RdMOvc6kkzKlQaPDSDY-rqr27cfbY

Suarez Quintero, J. E., & Suarez Quintero, L. J. (2020). *Efectividad del hongo Beauveria bassiana en trampas para manejo del picudo negro del platano (Cosmopolites sordidus) [Tesis Ingeniero agronomo, Uiversidad Nacional Agraria, Nicaragua].* Repositorio Institucional, Managua. Obtenido de https://repositorio.una.edu.ni/4075/

Ureta Espinoza, V. L. (2017). *Nivel poblacional del picudo negro en tres edades del cultivo de platano y dos epocas climaticas en el centro Yurac [Tesis Ingeniero agronomo, UNiversidad Nacional de Ucayali, Peru].* Repositorio Institucional,Pucallpa.Obtenido.de.http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3624

USDA. (2014). *Claves para la Taxonomia de suelos* (12 ed.). Montecillo: NRCS. Obtenido.de.https://www.nrcs.usda.gov/Internet/fse_documents/nrcs142p2_051546.pdf

Valbuena, M. D., & Alzate , M. C. (2007). *Evaluacion de la patogenicidad de los hogos entomopatogenos Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae en el control de la garrapata del ganado en su fase parasitica en los estados larval y ninfal.* Bogota, Colombia: Tesis Microbiologia Agricola y Veterinaria, Pontificia Universidad Universidad Javeriana. Obtenido de https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8952/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vegas, U., & Rojas, J. (2011). *Fertilización y manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de banano orgánico.* Lima, Perú: Guia tecnica, Curso Taller.. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Zapata, C. (2016). *Control biologico de picudo negro (Cosmopolites sordidus) en el cultivo de banano en la provincia de el oro.* Guayaquil, Ecuador: Tesis Ingenier agronomo, Facultatd de Educacion tecnica para el desarrollo - Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6938/1/t-ucsg-pre-tec-agrono-16.pdf

Zapata-Coronado, K. J. (2016). *Control biologico y etologico de picudo negro Cosmopolites sordidus en el cultivo de banano en la provincia de el Oro [Tesis para optar el Titulo de Ingeniero agronomo, Universidad, Ecuador].* Repositorio Institucional, Guayaquil - Ecuador. Obtenido de http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/18/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Zapata+Coronado%2C+Kevin+Jacinto

Zumaeta, E. R. (2016). *Génesis, morfologia, clasificacion y suceptibilidad de suelos de la parte media de la cuenca del rio Abujao, region Ucayali.* Lima, Perú: Tesis para optar el grado de Magister scientiae en suelos - Universidad Nacional Agraria la Molina.

ANEXOS

Anexo 1

Evaluaciones realizadas en las tres localidades

		PADRE ABAD (AGUAYTÍA)			MASISEA			IPARÍA		
	Trat.	1ra Eval	2da Eval	3ra Eval	1ra Eval	2da Eval	3ra Eval	1ra Eval	2da Eval	3ra Eval
SP1	T1	13	6	3	19	7	4	11	4	2
SP2	T1	12	7	2	21	9	4	13	4	1
SP3	T1	17	9	3	17	8	3	10	3	1
SP1	T2	14	8	2	21	11	3	11	6	1
SP2	T2	16	9	3	22	8	2	9	4	1
SP3	T2	13	7	2	19	6	3	10	7	2
SP1	T3	12	8	3	31	7	1	12	7	1
SP2	T3	18	11	2	27	11	2	14	5	2
SP3	T3	17	9	2	29	11	2	13	4	1
SP1	T4	21	9	2	37	12	3	14	8	2
SP2	T4	23	13	3	32	14	2	17	6	1
SP3	T4	19	11	4	35	10	5	13	5	1

Eval.: Evaluación

SP: Subparcela

T1, T2, T3, T4: Tratamientos

Cálculo de la muestra

$$n = \frac{z^2.p.q.N}{e^2(N-1) + z^2.p.q}$$

N: Población

n: Muestra

p: Probabilidad a favor

q: Probabilidad en contra

z: Nivel de confianza

$$n = \frac{1.96^2.(0.5)(0.5)(500)}{(0.05)^2(500-1) + 1.96^2(0.5)(0.5)}$$

n = 217.5

Anexo 2

Evaluación de los supuestos del análisis de variancia para los indicadores paramétricos evaluados.

Indicador	Prueba de autocorrelación de residuos			Pruebas de normalidad de residuos									Prueba de Homocedasticidad			
	Durbin-Watson test			Shapiro-Wilk			Anderson-Darling			Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)			Non-constant Variance Score			
	DW	P	Sig.	W	P	Sig.	A	P	Sig.	D	P	Sig.	Ch	Df	P	Sig.
2dda	2.8729	0.3222		0.98315	0.8457		0.2556	0.7068		0.097209	0.5279		3.595977	1	0.05792	
4dda	2.1954	0.1895		0.97519	0.5831		0.2818	0.6182		0.1011	0.4637		0.7673467	1	0.38104	
6dda	2.489	0.7269		0.97248	0.497		0.39007	0.3647		0.13485	0.09609		0.461129	1	0.4971	

Nota: Si p es mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (se cumple con el supuesto); si p es menor igual a 0.05 se rechaza la hipótesis nula (no se cumple con el supuesto).

Anexo 3

Resumen de los ANAVAs para las causas de variación sobre los indicadores paramétricos evaluados.

Causa de variación	GL	2dda	4dda	6dda
Bloque	2	3.11	2.694	0.3333
FA	3	151.41***	19.037*	1.287
Ea	6	1.52	2.287	0.5926
FB	2	584.69***	63.694***	7.75***
FA:FB	6	26.99**	1.287	0.6759
Eb	16	5.17	3.014	0.5694
C.V. A (%)		6.80	19.20	34.20
C.V. B (%)		12.60	22.00	33.50
Media		18.11	7.89	2.25

Nota: Según los valores de p (probabilidad), la significancia estadística de la causa de variación es: ( ) p > 0.05: No significativo; (*) p = 0.05 pero > 0.01: Significativo; (**) p = 0.01 > 0.001: Altamente significativo; (***) p ≤ 0.001: Muy altamente significativo.

Anexo 4

Resumen de los ANAVAs para los efectos simples sobre los indicadores paramétricos evaluados.

Causa de variación	GL	2dda
FB en FA		
FB en T1	2	45.445**
FB en T2	2	86.335***
FB en T3	2	220.445***
FB en T4	2	313.445***
FA en FB		
FA en L1	3	31.64**
FA en L2	3	161.443***
Fa en L3	3	12.307

Nota: Según los valores de p (probabilidad), la significancia estadística de la causa de variación es: ( ) p > 0.05: No significativo; (*) p = 0.05 pero > 0.01: Significativo; (**) p = 0.01 > 0.001: Altamente significativo; (***) p ≤ 0.001: Muy altamente significativo.

Anexo 5

Imágenes de los tratamientos de la Parcela principal de Padre Abad (Aguaytía)

Figura 11

Diagnóstico de la plantación del cultivo de plátano (Tipo de Trampa Sándwich)



Figura 12

Proceso de la instalación de las plantas trampa - Padre Abad



Figura 13

Trampa Tipo disco (T1; Padre Abad)



Figura 14

Cosmopolites sordidus adultos en trampas Tipo Disco (T1; Padre Abad)



Figura 15

Trampa Tipo Sándwich (T2; Padre Abad)



Figura 16

Trampa Tipo Bisel (T3; Padre Abad)



Figura 17

Trampa Tipo V (Padre Abad)



Figura 18

Cosmopolites sordidus adultos encontrados durante la evaluación (T3 y T4)



Figura 19

Recolección de C. sordidus después de la aplicación de B. bassiana



Anexo 6

Imágenes de los tratamientos de la Parcela principal de Masisea

Figura 20

Diagnóstico de Cosmopolites sordidus localidad de Masisea



Figura 21

Elaboración de trampas y aplicación de B. bassiana



Figura 22

Aplicación de B. bassiana y ubicación de trampas - Masisea



Figura 23

Trampa Tipo Disco - T1; Masisea



Figura 24

Trampa Tipo Sándwich - T2; Masisea



Figura 25

Trampa Tipo Bisel - T3; Masisea



Figura 26

Trampa Tipo V (T4; Masisea)



Anexo 7

Imágenes de los tratamientos de la Parcela principal localidad de Iparía

Figura 27

Instalación de Trampa Tipo Sándwich para el diagnóstico - Iparía



Figura 28

Aplicación de B. bassiana en Trampa Tipo Sándwich - T2; Iparía



Figura 29

Aplicación de B. bassiana en Trampa Tipo Disco - T1; Iparía



Figura 30

Aplicación de B. bassiana en Trampa Tipo Bisel - T3; Iparía



Figura 31

Trampa Tipo Disco (T1) y Tipo V (T4) con aplicación de B. bassiana - Iparía



Anexo 7

Imágenes de Cosmopolites sordidus infectados por Beauveria bassiana

Figura 32

Adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana



Figura 33

Adultos de C. sordidus infectados con B. bassiana

