

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EFFECTO DE *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* EN EL CONTROL DEL GORGOJO NEGRO DEL PLÁTANO (*Cosmopolites sordidus* Germar), EN LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS EN EL DISTRITO DE MONZÓN-2019.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TESISTA: ISIDORO DONATO CLAUDIO ESPINOZA**

**ASESOR: M. Sc AGUSTINA VALVERDE RODRÍGUEZ**

**HUÁNUCO - PERÚ**

**2020**

## DEDICATORIA

A mi madre Estalina Espinoza Palacios quien con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A toda mi familia por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en mis metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias amigos, siempre los llevaré en mi corazón.

Isidoro Donato Claudio Espinoza

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi alma mater a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, con su personal docente y administrativo.

A la Facultad Ciencias Agrarias, representada en su Decano Dr. Santos Jacobo Salinas.

Al Mg. Sc. Agustina Valverde Rodríguez, por su enorme apoyo incondicional en las orientaciones en el asesoramiento del presente Informe.

A todos los docentes que formaron parte de la enseñanza de esos años de estudio.

Isidoro Donato Claudio Espinoza

**EFFECTO DE *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* EN EL CONTROL DEL GORGOJO NEGRO DEL PLÁTANO (*Cosmopolites sordidus* Germar), EN LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS EN EL DISTRITO DE MONZÓN-2019.**

**RESUMEN**

La investigación efecto de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* en el control del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar), en las condiciones agroecológicas en el distrito de Monzón, fue de tipo aplicada nivel experimental, la población constituida por el gorgojo negro en 500 plantas de *Musa paradisiaca* L, y la muestra constituido por seis plantas de *Musa paradisiaca* L. por tratamiento, probabilístico en la forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), el diseño fue de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco repeticiones, 5 tratamientos haciendo un total de veinticinco unidades experimentales, analizados con las técnicas estadísticas del análisis de varianza y la prueba de Duncan al nivel de significancia del 5 % . Los resultados permiten concluir que los tratamientos de las dosis de 2,5 g, 5 g, 10 g y 20 g de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en 20 l de agua tienen efecto significativo en la reducción del gorgojo negro del plátano en las 6 evaluaciones alcanzado reducir significativamente siendo la más efectiva el entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* a una dosis de 20 g de *M. anisopliae* /20 l agua para el control del gorgojo negro del plátano.

**Palabras claves:** *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Cosmopolites sordidus* Germar.

**EFFECT OF *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* IN THE CONTROL OF THE BLACK BANANA GORGOJO (*Cosmopolites sordidus Germar*), UNDER AGROECOLOGICAL CONDITIONS IN THE DISTRICT OF MONZÓN-2019.**

**ABSTRACT**

The research effect of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* in the control of the black banana weevil (*Cosmopolites sordidus Germar*), in the agroecological conditions in the district of Monzón, was of an applied experimental level, the population constituted by the black weevil in 500 plants of *Musa paradisiaca* L, and the sample constituted by six plants of *Musa paradisiaca* L. per treatment, probabilistic in the form of Simple Random Sampling (MAS), the design was Completely Random Blocks (DBCA) with five repetitions, 5 treatments making a total of twenty-five experimental units, analyzed with the statistical techniques of analysis of variance and Duncan's test at the 5% level of significance. The results allow to conclude that the treatments of the doses of 2.5 g, 5 g, 10 g and 20 g of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in 20 l of water have a significant effect on the reduction of the black banana weevil in the 6 evaluations achieved reduce significantly, the most effective being the entomopathogen *Metarhizium anisopliae* at a dose of 20 g of M. *anisopliae* / 20 l water for the control of the banana black weevil.

**Key words:** *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Cosmopolites sordidus Germar*.

## INDICE

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS .....	2
RESUMEN .....	3
ABSTRACT .....	4
INDICE .....	5
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>7</b>
INTRODUCCIÓN .....	7
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>8</b>
MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	8
2.1.1. Importancia del plátano de <i>Musa sp</i> .....	8
2.1.2. Producción y consumo de plátanos .....	9
2.1.3. Requerimientos climáticos .....	10
2.1.4. Requerimientos edáficos .....	12
2.1.5. Resistencia varietal.....	12
2.1.6. Picudo del Plátano ( <i>Cosmopolites sordidus</i> ).....	13
2.1.7. Control ecológico de plagas y enfermedades .....	17
2.1.8. Controladores biológicos.....	19
2.2. ANTECEDENTES .....	23
2.3. HIPÓTESIS .....	25
Hipótesis general.....	25
Hipótesis específicas .....	25
2.4. VARIABLES.....	26
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>27</b>
MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	27
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	27

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS .....	28
3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO .....	29
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	29
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS .....	30
3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>37</b>
RESULTADOS .....	37
4.1. Monitoreo de la dinámica poblacional de la plaga .....	37
4.2. Infestación inicial en campo de <i>Cosmopolites sordidus</i> .....	39
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>63</b>
DISCUSIÓN.....	63
5.1. Para el entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> en reducción del gorgojo negro del plátano.....	63
5.2. Para el entomopatógeno <i>Metarhizium anisopliae</i> en reducción del gorgojo negro del plátano .....	64
5.3. Para el entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> en reducción del gorgojo negro del plátano .....	65
CONCLUSIONES .....	67
RECOMENDACIONES .....	69
LITERATURA CITADA.....	70
ANEXOS .....	75
ANEXO 1. Monitoreo de plaga .....	76
ANEXO 2. Eficacia del producto.....	77
ANEXO 3. Panel fotográfico .....	78

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano sufre daños por el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar), disminuyendo su producción, afectando a los agricultores plataneros porque les favorece los ambientes húmedos y oscuros, a diferencia de los picudos rayados (*Metamasius hemipterus*) y los picudos amarillos (*Metamasius hebetatus*), que tan solo dañan al pseudotallo.

Los picudos negros son una plaga de importancia que afectan los plátanos y los bananos, hasta el 60 % de pérdida en peso de racimo. Tienen cuerpo duro por lo que su pico es fuerte, lo cual utiliza para su causar daños hacia los pseudotallos y/o cormos donde guardan sus huevos, originándose las larvas que consumen el tejido dejando aberturas y/o minerías que afectan a la planta la cual son una vía para el ataque de otros agentes fitopatógenos como el mal de panamá y el moko. Por lo tanto, las plantas reducen su vida útil.

La investigación generó conocimiento tecnológico expresado en la aplicación de entomopatógeno *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en el control del gorgojo del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germa), en condiciones edafoclimáticas de Monzón, y favorece en el control del picudo negro del plátano sin causar efectos con el medio ambiente, logrando los siguientes objetivos específicos: **a)** Determinar el efecto del entomopatógeno *Beauveria bassiana* en la reducción del número de individuos del gorgojo del plátano **b)** Determinar el efecto de *Metarhizium anisopliae* en la reducción del número de plantas dañadas por el gorgojo del plátano en el área del estudio y **c)** Determinar el tiempo de patogenicidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en los individuos afectados durante el proceso de la aplicación del producto.



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

##### 2.1.1. Importancia del plátano de *Musa sp.*

El plátano es nutricionalmente similar a la papa, fácil de digerir, ampliamente usado en la nutrición de los infantes y la composición química similar al mucus del revestimiento del estómago, tiene efecto suavizante en el tratamiento de úlceras gástricas y diarrea. En términos de energía cada gramo proporciona una caloría. Es fuente de vitaminas A, B1, B2 y C, por el alto contenido de Vitamina B6 ayuda a aliviar el estrés y la ansiedad. Además, se utiliza para brindar sombra a grupos de cultivos como es el cacao y el café (INIBAP, 2000).

Los plátanos (*Musa spp*) representan uno de los cultivos más importantes en el mundo más de 400 millones de personas en los países en vías de desarrollo de los trópicos y subtrópicos dependen de ellos, a los cuales les proporcionan tanto alimento básico, como importante producto para la venta local e internacional (FAO, 1999). En algunas partes de Uganda, las tajadas secas de la fruta verde se almacenan para los tiempos de hambruna. Los higos dulces de banano se preparan en muchas partes de los trópicos secando la fruta madura.

En los trópicos se pueden hacer la harina de plátano secando y moliendo frutas verdes o maduras, para elaborar galletas y pasteles. Los plátanos triturados pueden ser congelados para utilizarlos luego en batidos con leche, pasteles y helados, fuente de fibra, los plátanos se usan extensamente en la manufactura de ciertos tipos de papel, particularmente

donde se requiere una gran fuerza. Ejemplo, el papel para hacer bolsas de té y el papel moneda japonés (Yen). También tiene aplicación en la fabricación de sogas, cuerdas e hilos y en la producción de numerosas artesanías (INIBAP, 2004).

En África, las cáscaras trituradas de los bananos maduros se utilizan para hacer una cataplasma para heridas, debido a que la parte interior de la cáscara tiene propiedades antisépticas, se le puede aplicar directamente a las heridas o cortadas en un caso de emergencia. En EE.UU. un extracto natural del pseudotallo, patentado bajo el nombre de CellQuest, se vende como un suplemento de dieta y ayuda a prevenir o curar el cáncer (Rodríguez, 2006).

### **2.1.2. Producción y consumo de plátanos**

Los plátanos y bananos están considerados dentro de los cultivos de mayor producción mundial (Roux et al., 2008). La producción mundial el 2010 fue de 36 561 851 toneladas métricas, según Dirección de Estadística, en Cuba se han reportado 92 053 ha, un rendimiento agrícola de 52,77 t/ha y una producción de 485 800 t (FAOSTAT, 2012).

En África es alimento básico a más de 100 millones de habitantes, fundamentalmente en los altiplanos de África del Este y en las zonas tropicales húmedas de África Occidental y Central. En países como Uganda, Burundi y Ruanda se realiza el mayor consumo mundial promedio para un año (250 kg por habitante). Según Nkendah *et al.*, (2003) citado INIBAP (2004) el volumen de producción comercializado varía en algunos países de África.

Entre los países africanos suministradores de plátanos a Europa, destaca Camerún, con una escasa producción que no sobrepasa el 1% del total del continente, exportó en el 2000 el 37 % de su producción, equivalente a 73 000 millones de Francos (Temple *et al.*, 2001) citado en INIBAP (2004); gran parte del resto de su producción es dedicada al comercio interregional a

países de África Occidental y Central como Burkina Faso, Malí, Senegal, Gabón, Congo y Guinea Ecuatorial. Sin embargo, en países vecinos como Gana la cifra alcanzó hasta un 81% de la producción nacional. En Asia y el Pacífico es la fruta más producida en países como Filipinas, Tailandia, Indonesia, y la India, donde el 95% de la producción anual (25 millones de toneladas) se consume o comercializa localmente.

En América Latina, países como Colombia siembra cerca de 400 000 hectáreas de plátano y produce unas 2 970 000 ton/año, consume el 96 % y exporta el 4 %. Este es un cultivo en manos de pequeños agricultores y su producción se basa en una amplia gama de variedades importadas localmente; muchas de las cuales han disminuido por la aparición de algunas plagas y enfermedades, entre ellas la Sigatoka negra (ICA, 1991; Herrera *et al.*, 2003).

En Cuba, el cultivo del plátano es fundamental para lograr el equilibrio de productos en el mercado, constituye un renglón estratégico de elevada prioridad dentro del programa alimentario nacional, debido a su capacidad de producir todos los meses del año, su potencial productivo, arraigados hábitos de consumo y diversidad de usos (Rodríguez, 2000). Por este motivo se hacen grandes esfuerzos por aumentar las áreas destinadas a él en todo el país.

### **2.1.3. Requerimientos climatológicos**

Solís (2007), menciona requerimientos climatológicos:

#### **a) Latitud**

Las mejores condiciones para el cultivo del plátano se sitúan entre los 15° de Latitud Norte y Sur del ecuador, existen plantaciones comerciales muy rentables a latitudes cercanas a los 30° de latitud.

### **b) Altitud**

La altitud de 0 - 1700 msnm localizándose las principales plantaciones comerciales debajo de los 500 msnm observando que a mayor altitud el ciclo vegetativo se retrasa un mes por cada 100 m de altitud.

### **c) Temperatura**

La temperatura es sin duda el principal responsable del desarrollo y crecimiento de esta planta, por ello no es extraño que con la puesta de invernaderos apropiados se haya extendido el cultivo comercial de esta especie a zonas subtropicales de mayor latitud como: Marruecos, Creta, Corea, Canarias e Israel. El rango de temperatura para las plantaciones es entre 18 y 24 °C, con un óptimo de 28 °C. Para los cultivares de talla media a pequeña del subgrupo Cavendish mejor adaptados a los subtrópicos señalan la aparición de una parada vegetativa entre los 9 y 11 °C en el límite inferior y entre 38-40° C como límite superior. Para una óptima emisión de hojas se requiere de una temperatura diurna-nocturna de 33/26 °C y de 25/18 °C para la producción de materia seca, de 21-25 °C para la producción de hidratos de carbono.

### **d) Precipitación**

El estado hídrico de la planta se considera como el segundo factor responsable del crecimiento y desarrollo de la planta, la precipitación mensual requerida es de 150 a 200 mm por mes para que el cultivo sea rentable. Luz La iluminación es poco importante sobre todo en condiciones y densidades normales de cultivos, aunque una la débil insolación unida a un exceso de agua se hace más lento el desarrollo y el crecimiento (se consideran como mínimo para la obtención de una cosecha rentable 1 500 horas luz por año) que son fáciles de obtener en regiones subtropicales incluso bajo invernadero.

### **e) Viento**

Los vientos de poca intensidad hasta de 20-30 km/h, ocasionan laceraciones en los limbos, originando una pérdida de superficie foliar activa;

los cultivares adaptados a los subtrópicos toleran velocidades del viento hasta de 40 km/h.

#### **f) Humedad Relativa**

La humedad relativa elevada en floración esta positivamente relacionada con la disminución del número de pistilos no persistentes, lo que puede originar problemas de una mayor incidencia de ataque de hongos en la extremidad de los dedos. Las granizadas producidas en ocasiones en climas subtropicales, particularmente para las plantaciones en fase reproductiva, incluso 4 hojas antes de la emergencia del racimo son consideradas muy dañinas.

#### **2.1.4. Requerimientos edáficos**

La planta puede ser cultivada desde suelos muy arenosos a muy arcillosos. Aunque en los primeros es preciso regar más frecuentemente o bien utilizar acolchado para retener agua y los segundos (con arcilla menor al 40 %) pueden tener problemas de drenaje y cuando es deficiente es recomendable hacer entre la plantación zanjas de 50 cm de ancho por 100 cm. de profundidad para drenar los excesos de humedad y así permitir una buena aireación. La profundidad del suelo no debe ser menor de 0,80 a 1,20 m, aunque del 80 - 90 % de sus raíces se localizan den los primeros 30 cm. Con un elevado contenido de materia organica (>2,5 %), humus, potasio y magnesio considerándose suficiente 200 - 300 mg de potasio/kg de suelo; la relación K/Mg debe estar de 0,25 en suelos arenosos y de 0,5 en suelos más pesados y de conductividad eléctrica hasta de 7 mmhos; y un pH entre 6 y 7,5.

#### **2.1.5. Resistencia varietal**

La resistencia de las plantas a los insectos se considera como una estrategia segura y duradera para el control de *C. sordidus*, especialmente en las plantaciones con bajas inversiones (Fancelli *et al.*, 2002). Se ha

sugerido la resistencia de la planta hospedante como una intervención potencial a largo plazo para el control del picudo negro en las pequeñas fincas dentro de una perspectiva del manejo integrado de plagas. Sin embargo, el desarrollo de la resistencia a los picudos negros se encuentra aún en su fase inicial y los programas de mejoramiento solo recientemente han incluido la resistencia al picudo negro como uno de los criterios para la inclusión de una nueva Musa cultivada (Kiggundu y Gold 2002).

#### **2.1.6. Picudo del Plátano (*Cosmopolites sordidus* Germa)**

El uso de hongos entomopatógeno como *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dentro de un programa de manejo integrado del picudo, debe considerar en primer lugar la evaluación de la patogenicidad de los aislados, tanto en el laboratorio como bajo condiciones de cultivo. Según Brenes y Carballo (1994) y Cubillo *et al.*, (2008).

La taxonomía es la siguiente

Reino	:	Animalia
Phylum	:	Arthropoda
Clase	:	Insecta
Orden	:	Coleóptera
Familia	:	Curculionidae
Género	:	Cosmopolites
Especie	:	<i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar, 1824).

##### **2.1.6.1. Ciclo de vida**

El ciclo de vida del *C. sordidus* está constituido por cuatro etapas que se describen a continuación.

##### **a) Huevos**

El huevo es un óvalo alargado, mide cerca de 2 mm de largo y es de un color blanco puro.

**b) Larvas**

Llegan a medir 12 mm de largo, de un color blanco cremoso, robusta, corpulenta, sin patas, se caracteriza por estar curvada e hinchada al centro (segmentos abdominales del 4 al 6). La cabeza es café rojizo o anaranjado pálido, con rayas angostas, cortas y no pigmentadas al dorso, sin capullo, más larga que ancha, lados subparalelos redondeados posteriormente, mandíbulas bien desarrolladas. Pronoto con escleritos café-rojizo pareados. Los segmentos abdominales del 1 al 7 con pequeñas espirales; segmentos abdominales típicos con tres setas postdorsales, margen posterior del segmento abdominal 9 sin proyecciones. Abdomen con asperezas inconspicuas distribuidos dorsal y ventralmente en los segmentos del 3 al 5. Whalley 1958 (38), observa lateralmente del esternito final de larva *C. sordidus* y lo diferencia de la larva *Temnoschoita nigroplagiata*.

**c) Pupas**

Son de color blancas, casi 12 mm de largo. Comienza a notarse la forma adulta. El último segmento abdominal con una espina ventral grande y dos finas a los lados, superficie dorsal con cuatro papilas, con una espina simple cada una. Whalley 1958, tabuló las diferencias entre pupas *C. sordidus* y *Temnoschoita nigroplagiata*.

**d) Adultos**

Estos son negros o café muy oscuro. El cuerpo mide entre 10 y 16 mm. Unión antenal con el ápice del segmento basal mucho más ancho que la base, la parte fija del ápice forma un tercio de la longitud de la unión, ampliamente coniforme. El rostro curvado con el escrobo antenal completamente horizontal. Los ojos muy estrechamente separados ventralmente. Tosca pronunciación pronotal. Escutelo conspicuo, más ancho posteriormente. Las estrías elitrales principalmente bien definidas, la mayoría de los intervalos distintivamente separados y brillantes en la base, en especímenes limpios se observa notablemente. Procoxis estrechamente separados por un ancho mucho menor del rostro en el ápice.

Metafémures que alcanzan el ápice de pygidio, tibiae uncinadas, tarso pseudotetrámero, oniquio con extensiones apicales, esclerotizadas con la separación notable entre bases y garras.

Tiene un aparato bucal en forma de pico fuerte. En el tórax presenta puntos a manera de gránulos y unas líneas delgadas en la parte dorsal. Los élitros son fuertes con la presencia de estrías longitudinales. Presenta además alas posteriores desarrolladas, aunque rara vez vuela (Castrillón 2003). El adulto es gregario y presenta fototropismo negativo, por lo cual no son comúnmente observados en el campo, sino que se encuentra en sitios con alta humedad relativa en el suelo, o en las cavidades que hace con su pico, en depresiones del tallo, rizomas o en los residuos de cosecha (Castrillón, 2003). huevo: 8 días; larva: 13 a 16 días; pupa: 8.2 días y adulto: 12 a 20 días.

El picudo es activo de noche, y además, es muy susceptible a la desecación. Los adultos pueden permanecer en la misma planta por largos períodos de tiempo, y sólo una pequeña parte de ellos podrán moverse a una distancia mayor de 25 m durante un período de seis meses (Gold y Messiaen 2000). Castrillón (2003), confirma de forma más específica que una minoría de estos insectos se desplaza de seis a ocho metros en dos semanas. *C. sordidus* se caracteriza por tener alas funcionales, aunque rara vez vuela, movilizándose por lo general a cortas distancias (Merchán 2002, Dahlquist, 2008).

El adulto se caracteriza por responder a estímulos químicos producidos por el hospedero. Cuillé (1950) identificó dos tipos de atracción química para *C. sordidus*: la atracción olfatoria, es asociada con la percepción del aroma que expelen los tejidos de banano y la atracción directa que se da por el contacto del insecto con el hospedero la cual es utilizada para ovipositar, alimentarse y refugiarse. Otra respuesta a estímulos químicos de este insecto se refiere a las feromonas de agregación que son sustancias



secretadas al exterior por un individuo para atraer individuos de ambos sexos a un área determinada.

La denso-dependencia de la población del picudo es otra de las características biológicas de este insecto (Cuillé 1950, Abera *et al.*, 1999, Gold *et al.*, 2001). En relación a lo anterior, Gold *et al.*, (2001) mencionan que la oviposición es afectada por dos factores que están relacionados a la densidad de la población. En primer lugar, el índice de población creciente (larvas) es bajo debido a la longevidad del insecto y su limitada capacidad para dispersarse. En segundo lugar, las lesiones de la larva pueden ser realizadas de acuerdo a la densidad de la población, presentando una reducción de la oviposición cuando la población de adultos es alta. Otros factores que se relacionan con la oviposición son: la estación del año (informándose alta en el periodo lluvioso) (Abera *et al.*, 1999), la presencia de machos, la deficiencia nutricional del picudo (Cuillé, 1950) y la temperatura (Messiaen, 2002).

Rukazambuga (1996) comparó la oviposición utilizando densidades de 2, 5, 10, 20 y 40 hembras de picudo, con igual cantidad de machos. Los resultados demostraron que a altas densidades (10, 20 y 40) la oviposición fue de 3,5 a 4,4 huevos/ semana, mientras que a bajas densidades (2 y 5) fue de 12,4 a 14,5 huevos/ semana. Por otra parte, Koppenhöfer (1993) menciona que bajo condiciones de campo, la hembra puede ovipositar de 1,0 a 2,7 huevos/semana. La oviposición puede ser de 10 a 270 huevos durante toda su vida (Arleu y Neto 1984). Se alimentan de los cogollos y al expandirse la hoja se observan huecos de diferentes tamaños, o bien cicatrices redondas y claras en el haz de la hoja, cuando son muy abundantes y las plantas recién germinadas, destruyen gran parte del área foliar y el cultivo sufre daños considerables.

Para el control del insecto, después de la confección de las trampas, se adiciona a éstos un insecticida sintético o biológico que al entrar en

contacto les causa la muerte. Se ha determinado que las trampas de pseudotallo y el cormo pueden capturar picudos por un periodo máximo de 15 días; después de este tiempo la captura disminuye significativamente, debido a la degradación de los tejidos.

### **2.1.7. Control ecológico de plagas y enfermedades**

Es restablecer el equilibrio biológico del agro ecosistema, mediante el uso de prácticas basados en el conocimiento sólido del ecosistema agrícola y de los factores socioeconómicos y de la toma de decisión de los productores. En la agricultura ecológica se trata de enfrentar las causas de la competencia de las plagas y enfermedades mediante técnica y métodos apropiados del sistema de cultivos, así como de su entorno mayor.

#### **2.1.7.1. Síntomas producidos en la planta**

Los picudos negros son atraídos por los rizomas recién cortados, lo que convierte a los retoños que se utilizan como material de plantación especialmente susceptibles al ataque (Gold y Messiaen, 2000).

La plaga puede atacar cualquier estado de desarrollo de la planta, en plantaciones nuevas, el insecto hace túneles en la semilla, lo que ocasiona retraso o pérdida de la emergencia del cultivo, amarillamiento y enanismo de la planta, hasta secamiento de las hojas. En plantaciones establecidas, la plaga produce túneles fundamentalmente en la periferia del cormo, provoca pudrición del mismo, amarillamiento de las hojas, reducción del vigor y caída de la planta; algunas veces causa esterilidad. En regiones donde no se maneja adecuadamente el cultivo, se han registrado hasta 132 adultos por planta, con un daño que supera el 30 % de destrucción en la cepa (Quijije, 2003).

El ataque del picudo negro interfiere con la iniciación de las raíces, mata las reducciones de rendimiento son causadas tanto por la pérdida de plantas

(muerte de las plantas, el rompimiento de los rizomas, volcamiento), como por el reducido peso de los racimos. El volcamiento, más comúnmente atribuido a los nemátodos, ha sido observado bajo condiciones de fuertes ataques de los picudos negros (Gold y Messiaen, 2000). Los niveles poblacionales del insecto a menudo son bajos en un campo recién sembrado. Con bajas tasas de oviposición, el crecimiento de la población es lento y el problema se encuentra con mayor frecuencia en el segundo ciclo.

Las pérdidas del rendimiento en el cultivo han aumentado de 5 % en el primer ciclo a más de 40 % en el tercer ciclo de cultivo. En las áreas donde los bananos o plátanos se replantan después de 1-3 años, las poblaciones de picudo negro pueden no tener suficientes raíces existentes, limita la absorción de nutrientes, reduce el vigor de las plantas, demora la floración y aumenta la susceptibilidad a plagas y enfermedades. El tiempo para crecer hasta niveles de plaga, aún en presencia de germoplasma susceptible (Gold y Messiaen, 2000).

#### **2.1.7.2. Métodos de control**

Los métodos de control para el picudo negro probablemente varían de sistema a sistema y reflejan la importancia y el estado de la plaga del picudo negro. En las plantaciones comerciales, el control químico es el método más difundido para controlar el picudo negro (Gold y Messiaen, 2000), mientras que los agricultores del Ecuador dedicados principalmente al cultivo del plátano utilizan una tecnología baja en insumos y la aplicación de agroquímicos no constituye una práctica general por lo tanto es común encontrar altas poblaciones de picudo en las plataneras (Suárez *et al.*, 2001; Armijos, 2008).

##### **a) Cultural**

Es muy valioso para prevenir el establecimiento del picudo negro y es el único medio comúnmente disponible mediante el cual los pequeños

productores con recursos limitados pueden reducir las poblaciones establecidas (Gold y Messiaen, 2000; Suárez *et al.*, 2001).

### **b) Químico**

Han sido establecidas en el uso de trampas, colocando algún tipo de insecticida como medio para reducir la población de *C. sordidus*. La creciente demanda de plátano para exportación, ha hecho que los agricultores opten por el sistema de uso de insecticidas altamente peligrosos como Furadan (Carbofuran) y Lorsban (Clorpirifos) para mantener bajo control al *C. sordidus* (Williams *et al.*, 2001).

#### **2.1.8. Controladores biológicos**

Para Sirjusingh *et al.*, citados por Quijije (2003), los agentes más promisorios para el control de las larvas de *C. sordidus* son los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Estos existen naturalmente en las huertas desarrollándose en larvas, pupas y adultos del picudo, aunque en cantidades limitadas.

El uso de microorganismos benéficos constituye una práctica favorable para el control del picudo negro, pues permite disminuir los costos de producción y contribuyen a la conservación del ambiente al reducir la inversión y el uso de productos químicos. Solís *et al.*, (2001) menciona que uno de los enemigos naturales es el hongo *Beauveria bassiana*, que ha sido estudiado con éxito para el control del picudo negro, causando la mortalidad de todos los insectos en pruebas de inoculación artificial.

Los hongos entomopatógenos fueron los primeros microorganismos que se reconocieron como causantes de enfermedades en los insectos. Como cualquier agente patológico pasan por varias fases para completar su desarrollo; éstas son Adhesión, Germinación, Penetración, Multiplicación, Producción de toxinas, Muerte del insecto, Colonización, Salida y Esporulación. Dentro de los Deuteromycetes los géneros más importantes

que se han encontrado causando enfermedades en los insectos están *Metarhizium* y *Beauveria* (Alves, 1986).

#### **2.1.8.1. *Beauveria bassiana* (Bais) Vuill**

Pertenece a la clase Deuteromycetes; se encuentra atacando a más de 200 especies insectiles de diferentes órdenes (Alves, 1986). Tiene conidios globosos o subglobosos, conidióforos formando densos cachos. Es uno de los hongos más citados como patogénicos para insectos plagas, así como por su amplia distribución geográfica (DeBACHT, 1964).

El hongo *Beauveria bassiana* se ha probado contra más especies de insectos que cualquier otro hongo, se conocen actualmente cerca de 500 hospederos para este hongo (Alves, 1986).

El ingrediente activo:  $4.6 \times 10^{10}$  conidias/gramo.

#### **a) Modo de acción**

SENASA (2014), reporta que los hongos entomopatógenos actúan por contacto en los diferentes estadios de los insectos plaga. Las conidias, son las unidades infectivas, penetran al cuerpo del insecto, produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio, etc; es decir el insecto se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere. La muerte puede ocurrir a los tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto.

#### **b) Toxicidad**

No es tóxico en humanos, animales y plantas, no afectan a los enemigos naturales.

No hay riesgo de intoxicación de los aplicadores

### c) Ventajas

- Es compatible con otros métodos de control.
- No contamina fuentes de agua, ni el medio ambiente.
- No hay riesgos de intoxicación de los aplicadores.
- Reduce los costos de producción por la no utilización de insecticida químico.
- Ayuda a producir café sin trazas de productos químicos.
- No contaminante.
- Bajo riesgo a la salud humana.
- Mantenimiento del equilibrio de la fauna entomológica.

### d) Desventajas

- Poca información en pruebas de toxicología.
- Variabilidad en cantidad del ingrediente activo.
- Mayor requerimiento de personal calificado y mano de obra.
- Requiere equipo de procesamiento.
- Costo de oportunidad.
- No muy buena estabilidad en los extractos.

#### 2.1.8.2. *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin.

Pertenece a la clase Deuteromycetes; es un patógeno que ataca a una gran cantidad de plagas insectiles. Tienen micelio septado, en los conidióforos surgen conidias en columnas compactas que son generalmente uninucleados y cilíndricos de dimensiones variadas, fue utilizado para el control de cigarras de los géneros *Deois* y *Zulia*, plagas de importancia en el Brasil comprobándose que provoca un 80 % de mortalidad de las ninfas después de 15 días de aplicación (Alves, 1986).

Padilla *et al.*, (2000), indican que *M. anisopliae* se caracteriza por ser mesófilo, con una temperatura óptima para germinación y crecimiento de 25 a 30 °C, una máxima de 32 a 35 °C y una mínima de 10 a 12 °C.

Las colonias de *M. anisopliae* en PDA presentan un crecimiento de micelio con borde blanco y con grupos de conidióforos que se tornan coloreados al multiplicarse las conidias, con diferentes variaciones de color: de olivo a amarillo verdoso, de olivo a verde, decolorada en el envés, de color miel o amarillo pálido y pigmento amarillo que se difunde en el medio. Este pigmento no es esencial para el crecimiento y desarrollo, por ello puede considerarse un metabolito secundario; sin embargo, algunos pigmentos juegan un papel importante en la resistencia de las esporas en ambientes desfavorables. Varios autores registran que algunas características morfológicas y fisiológicas pueden contribuir en la diferenciación de aislamientos y permiten el conocimiento básico de determinado material biológico.

Padilla *et al.*, (2000) mencionan que entre las toxinas producidas por hongos entomopatógenos destacan las destruxinas producidas por *M. anisopliae* como las más estudiadas.

Según BIO-CROP (2018), refieren algunas ventajas:

Es inocuo y no contamina el medio ambiente, el agua o los alimentos, no afecta la salud del hombre ni de los animales.

Permanece en el medio como parte integral de un ecosistema y no causa resistencia en organismos plaga.

Reduce la incidencia de los fitófagos, en lotes con presencia de estos.

Favorece el manejo bio-ecológico de los cultivos.

No afecta la población de fauna benéfica que contribuyen a la regulación de plagas.

Puede aplicarse en mezcla con otros insecticidas.

#### **a) Ingrediente activo**

Según BIO-CROP (2018), 200 millones de Conidias Viables de *Metarhizium anisopliae* por gramo de producto e inertes grados U.S.P.

### a) Categoría toxicología

Categoría IV: ligeramente tóxico

**Cuadro 01.** de Usos y dosis

Cultivo	Plaga	Dosis
Plátano, banano	Picudos: <i>Cosmopolites</i> sp, <i>Metamasius</i> sp <i>Rhychosporus</i> sp	1 -2 g/Litro de agua

## 2.2. ANTECEDENTES

Suarez & Suarez (2020) en “Efectividad del hongo *Beauveria bassiana* en trampas para manejo del picudo del cultivo de plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar. Coleoptera-Curculionidae) Tonalá- Chinandega, 2019”, concluyen que el hongo *Beauveria bassiana* en líquido presentó los mejores resultados manteniendo los niveles más bajos de población de *Cosmopolites sordidus* y por el tratamiento *Beauveria bassiana* en granulado, el tratamiento menos efectivo fue *Beauveria bassiana* en sólido, seguido por el tratamiento Químico Jade®.

El mejor producto para el manejo de *Cosmopolites sordidus* utilizando trampas fue *Beauveria bassiana* en granulado y el producto que registró la mayor longitud de dedo fue el tratamiento *Beauveria bassiana* en granulado y la menor longitud se presentó en el tratamiento *Beauveria bassiana* en líquido, el número de manos por racimo fue igual en todos los tratamientos, el total de dedos por racimo fue mayor en los tratamientos *Beauveria bassiana* en polvo mojable, seguido por *Beauveria bassiana* en granulado, el mayor peso de los dedos se registró en Químico Jade® y el menor peso de los dedos en *Beauveria bassiana* en líquido y el mayor diámetro de dedos se registró en Químico Jade® y el menor en *Beauveria bassiana* polvo mojable.

Cayetano (2019) en “*Beauveria bassiana* y barrera física en el control de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de plátano, Pichari Cusco”, concluye que el coeficiente de daño con *Beauveria 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, respectivamente. La población de *Cosmopolites sordidus Germar* adultos por corno en Furadan 5G, polietileno y *Beauveria 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, respectivamente, el desarrollo del cultivo de plátano fue mejor con el *Beauveria bassiana* en el cultivar Seda y finalmente el mayor coeficiente de daño se mostró en el cultivar Seda con 50,36 %.

Gil (2017) en “Evaluación de dos cepas de *Beauveria bassiana* (Báls.) y una cepa de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) en el control de adultos del gorgojo del banano, *Cosmopolites sordidus Germar* (coleóptera, curculionidae) bajo condiciones de laboratorio”, concluye que la aplicación de las cepas tuvo efecto en la mortalidad de *Cosmopolites sordidus Germar*, con la cepa de *Beauveria bassiana* 26 la que más destacó causando la más alta mortalidad con 82,72 % y la que más rápido alcanzo el tiempo Letal medio con 9,74 días entre los tratamientos. Le siguió la cepa de *Metarhizium anisopliae* A tuvo una mortalidad de 58,02 % y un tiempo Letal medio con 18,45 días; finalmente, la cepa que menos destaco fue *Beauveria bassiana* 27 con mortalidad de 55.56% y un tiempo Letal medio de 22.59 días. Se concluye que la cepa de *Beauveria bassiana* 26 (Tratamiento 2) tiene la mejor adaptabilidad genética al ambiente donde se realizó el ensayo, logrando la mayor mortalidad y la que alcanzo más rápido el tiempo letal medio.

Delgado (2000), en Control microbial del picudo negro *Cosmopolites sordidus*, (Germar, 1824) usando hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals vuill) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch sorokin) en el cultivo de plátano, concluye que no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos aplicados, así mismo los tratamientos evaluados no redujeron el número de picudo negro y el nivel de daño presente en la plantación y que la plantación está siendo afectada por *C. Sordidus* asociado con nemátodos; los que debilitan la planta provocando mayor caída de las misma.

Armendari *et al.*, (2015), en efectos del control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el plátano concluyen la infectividad de la cepa de *Beauveria bassiana* sobre adultos del picudo negro y del picudo café (*Metamasius hemipterus*) (92,80 y 100% en *M. hemipterus* frente a 46,70 y 16,20 % en *C. sordidus*), existiendo diferencia positiva y significativa de los tratamientos frente al control en el perímetro del pseudotallo.

Flores (2011), en Selección de clones y cultivares de plátano y banano (*Musa sp.*) Resistentes a plagas de importancia en condiciones de Satipo, concluye como plagas principales del plátano y el banano a *M. fijiensis*, *M. musicola*, nematodos, *C. sordidus* y *Metamasius. sp.* en Satipo.

González (2012), en control de insectos-plaga en la agricultura utilizando hongos entomopatógenos, concluye la importancia de implementar nuevas estrategias de control de plagas a través del uso de microorganismos entomopatógenos, resaltando el empleo de hongos como grupo mayoritario y más comúnmente empleado para este fin.

## 2.3. HIPÓTESIS

### Hipótesis general

Si aplicamos el entomopatógeno *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* ENTONCES tendremos efecto significativo en el control biológico del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus Germar*), en condiciones agroecológicas en el distrito de Monzón.

### Hipótesis específicas

- a) Si aplicamos el entomopatógeno *Beauveria bassiana* entonces tendremos efecto significativo en la reducción de individuos del gorgojo negro del plátano.
- b) Si aplicamos el entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* entonces tendremos efecto significativo en la reducción de plantas dañadas por el gorgojo negro del plátano.

- c) Si aplicamos el entomopatógeno *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* entonces tendremos efecto significativo en el tiempo de patogenicidad del hongo hacia la plaga.

## 2.4. VARIABLES

### Variable Independiente:

- a) Entomopatógeno *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

### Variable dependiente:

- a) Control biológico del gorgojo del plátano.

### 2.4.1. Operacionalización de variables

**Cuadro 01.** Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable Independiente</b> <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i></p>	1. Entomopatógeno	<p>a) 2.5 g/1000 de <i>B. bassiana</i>/20 l agua  b) 5 g/1000 de <i>B. bassiana</i>/20 l agua  c) 10 g/1000 de <i>M. anisopliae</i> /20 l agua  d) 20 g/1000 de <i>M. anisopliae</i> /20 l agua</p>
<p><b>Variable Dependiente</b> Control biológico del gorgojo negro del plátano.</p>	2. Control	<p>a) Gorgojos muertos por planta.  b) Gorgojos muertos por unidad experimental.  c) Gorgojos muertos por bloque.</p>
<p><b>Variable Interviniente</b></p>	3. Estacionalidad climática	<p>a) Clima: To, HR. pH del agua. Etc.</p>

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Se ejecutó en el caserío de Guayabal, a 14 km de la capital del distrito de Monzón, cuyas características son las siguientes.

##### Posición geográfica

Latitud sur	: 9° 26' 50.53"
Longitud oeste	: 76° 35' 25.16"
Altitud	: 800 msnm

##### Ubicación política

Distrito	: Monzón
Provincia	: Huamalíes
Departamento	: Huánuco

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1978), el lugar corresponde a un bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT), con humedad relativa promedio anual del 85 %, precipitación pluvial anual promedio de 450 mm y temperatura media anual de 25 ° C. Existen dos períodos bien marcados, las épocas húmedas y lluviosas y épocas secas, la humedad relativa promedio anual del 45 % y la temperatura promedio anual 20 °C. Posee suelos oxisoles y la topografía es accidentada, los cultivos que predominan son el café, cacao y el plátano.

### **Antecedentes del terreno**

Los antecedentes del terreno se indican a continuación:

2003: Cultivos anuales: yuca, plátano, frijol.

2010: Purma baja especies gramíneas 90 %.

2019: Cultivo de plátanos.

## **3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

### **Tipo Aplicada**

Porque se recurrió a conocimientos científicos sobre entomología para solucionar el problema generando conocimientos tecnológicos expresados en el control de gorgojo negro a través del entomopatógeno *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* que permitirá disminuir el daño que ocasionan pérdidas a los agricultores que cultivan plátano.

### **Nivel Experimental**

Porque se manipuló la variable independiente entomopatógena *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* y se midió la variable dependiente control del gorgojo negro de plátanos comparándose con un testigo sin aplicación de control biológico.

## **3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS**

### **Población**

Constituida por la totalidad de *Cosmopolites sordidus Germar* existentes en 500 plantas de *Musa paradisiaca* / Experimento y por parcela experimental.

### **Muestra**

Constituida por la totalidad de *Cosmopolites sordidus Germar* existentes en seis plantas de *Musa paradisiaca* L. por área neta experimental

constituido por 6 plantas por parcela y 150 plantas por las áreas netas experimentales.

#### **Tipo de muestreo**

Probabilístico en la forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque todas las unidades experimentales tuvieron las mismas probabilidades de ser elegidas.

#### **Unidad de análisis**

Conformada una planta de plátano por parcela experimental, siendo un total de 25 parcelas.

### **3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO**

**Cuadro 02.** Descripción de los tratamientos en estudio

<b>Claves de tratamiento</b>	<b>Dosis de tratamientos</b>
<b>T 1</b>	<i>2.5 g/1000 de B. bassiana/20 l agua</i>
<b>T 2</b>	<i>5 g/1000 de B. bassiana/20 l agua</i>
<b>T 3</b>	<i>10 g/1000 de M. anisopliae /20 l agua</i>
<b>T 4</b>	<i>20 g/1000 de M. anisopliae /20 l agua</i>
<b>T 5</b>	Testigo (absoluto)

### **3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS**

#### **3.5.1. Diseño de investigación**

Experimental en su forma Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco repeticiones, cinco tratamientos haciendo un total de veinte y cinco unidades experimentales.

### a) Modelo Aditivo Lineal

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación o variable de respuesta

$U$  = Media general.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$E_{ij}$  = Error experimental.

### b) Esquema del análisis de varianza

Para la prueba de hipótesis se utilizó el ANVA (prueba de Fisher) al 5% de margen de error. Para la comparación de medias con la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad de error.

Fuente de Varianza (F.V)		Grados de libertad (gl)
Bloques o repeticiones	(r-1)	4
Tratamientos	(t-1)	4
Error experimental	(r-1)(t-1)	16
Total	(tr-1)	24

### Descripción del campo experimental

#### a) Características del campo experimental

Ancho : 63 m.

Largo : 78 m.

Área experimental : 30 m<sup>2</sup>

Área total de camino	: 36 m <sup>2</sup>
Área total experimental	: 4914 m <sup>2</sup>

**b) Característica de bloques.**

Nº de bloques	: 5
Largo	: 18 m
Ancho	: 63 m
Nº de trat. / bloq.	: 5
Área total de bloque	: 1134 m <sup>2</sup> .

**c) Características de parcelas.**

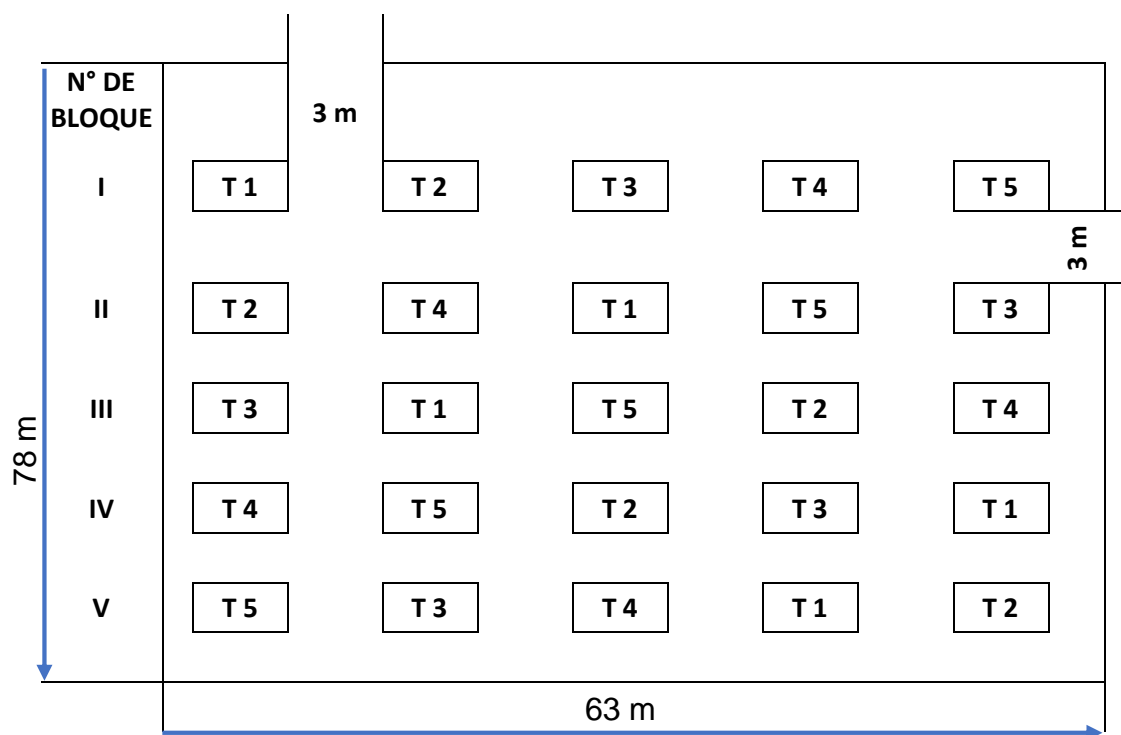
Nº de parcela / bloque	: 5
Largo	: 15 m
Ancho	: 18 m
Área de unid. / Exp.	: 270 m <sup>2</sup> .
Nº de plantas / parcela	: 20

**d) Características de surcos.**

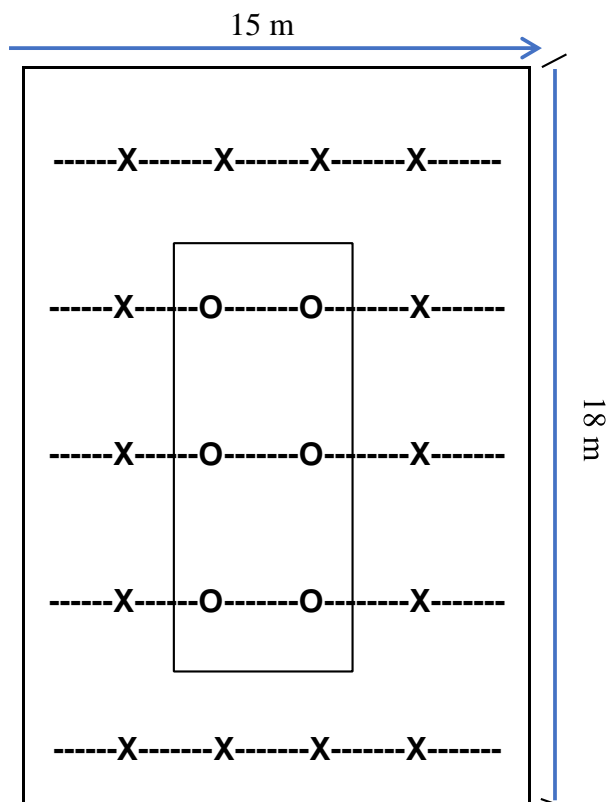
Nº de surcos / parcela	: 4
Nº de planta / golpe	: 1
Nº de plantas / surco	: 4
Distancia entre surcos	: 3 m



Distancia entre plantas : 3 m.



**Figura 01.** Disposición experimental en DBCA con distanciamientos de 3 m x 3 m



**Figura 02:** Croquis de una Unidad Experimental.

**Leyenda:**

Plantas Experimentales.....	O
Plantas de Borde.....	X

**3.5.2. Datos registrados**

**a) Plantas afectadas**

Se observó las plantas del área neta experimental y el efecto de los entomopatógenos de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* respecto al ataque y daño que causó la plaga ***Cosmopolites sordidus* Germar**, en base a escala. Los datos se registraron a diario desde la aplicación y durante

15 días. Se tuvo en consideración el umbral de acción (UA) con 5 picudos por trampa.

**b) Densidad poblacional de *Cosmopolites sordidus* del plátano pre y post de la aplicación de los entomopatógeno.**

Se recolectaron los insectos adultos que se encuentren en las plantas del área neta experimental y se contará la cantidad de insectos esto se realizó a los tres días después de la aplicación para luego comparar con el testigo.

**c) Porcentaje de eficiencia del producto por tratamiento**

El cálculo del porcentaje de eficiencia se hizo a partir de la fórmula de Henderson y Tilton la que favoreció para determinar la eficacia en la mortandad de los insectos.

### **3.6. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **Materiales**

Planta de *Musa paradisiaca*

*Beauveria bassiana*

*Metarhizium anisopliae*

1 tablero

Libreta de campo

Machete

Wincha

Tijera de podar

#### **Equipos**

GPS (Garmin Map 78 sc)

Balanza analítica

Cámara fotográfica de 15 mega pixeles

### 3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

#### **Elección de las plantaciones establecidas**

Se realizaron en plantas establecidas de *Musa paradisiaca* con un aproximado de 2 a 4 años de edad. El área estuvo ocupada por plantas establecidas de *Musa paradisiaca* y malezas de gramíneas, para el deshierbo se usó azadones y machetes. La delimitación del área fue según el croquis experimental diseñado, usando wincha (100 m), estacas (80 cm) atadas con rafias al contorno de cada tratamiento.

La aplicación de los tratamientos, se realizó con una mochila manual según dosis de aplicación/ tratamiento en la base de los pseudotallos del cultivo de plátanos.

El control de malezas se realizó cada bimestre, entre ellos Maicillo (*Sorghum halepense*), Hualcacho (*Echinochloa crus-galli*) rabo de zorro (*Andropogon sp*), *Paspalum virgatum* entre otros, el primer deshierbo fue realizado con la con un azadón y segundo con machete, dejando una altura de 2 cm debido a y de esa manera no causar daño a la raíz de la planta.

#### **Aplicación de entomopatógenos por tratamiento.**

La aplicación de los entomopatógenos en estudio se realizó con una mochila manual según dosis de aplicación/ tratamiento en la base de los pseudotallos del cultivo de plátanos. Las aplicaciones se realizaron a una frecuencia de 15 días por un periodo de 6 meses.

#### **Evaluaciones**

Las evaluaciones se realizaron a los tres días después de la aplicación. Para determinar la eficacia del producto aplicado se utilizó la fórmula de

Henderson y Tilton. Que permitió determinar la eficacia en la muerte de insectos de *Cosmopolites sordidus* Germar por el agente causal en campo.

$$\% \text{ de eficiencia} = \left[ \frac{1 - \frac{\text{Trat. B1} \times \text{Test. A0}}{\text{Test. A1} \times \text{Trat. B0}} \right] \times 100$$

Donde:

A1 = No. de individuos en el testigo después de las aplicaciones.

BB1 = No. de individuos en los tratamientos después de realizar las aplicaciones.

A0 = No. de individuos en el testigo antes de aplicar.

BB0 = No. de individuos en los tratamientos antes de las aplicaciones.

Dinámica poblacional de *Cosmopolites sordidus*

Mortalidad en campo

Porcentaje de eficiencia en campo

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

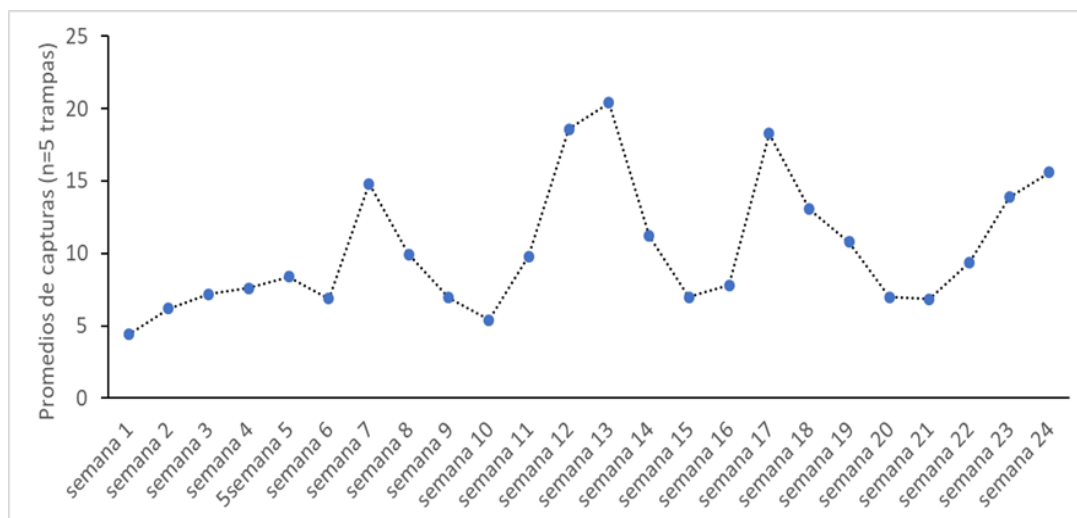
Los resultados consideran promedios de las evaluaciones expresados en cuadros y figuras, analizados estadísticamente con la técnica del análisis de varianza (ANDEVA) para establecer las diferencias significativas entre tratamientos, interpretados cuando el p-valor  $< 0,05$  indica que existe significación y cuando el p-valor  $< 0,01$  existe alta significación. Para la comparación de los promedios entre tratamiento se aplicó la prueba de significación de Duncan al 5 % donde las medias de los tratamientos que están unidos por la misma letra, indica que no existen diferencias estadísticas significativas, mientras que las medias unidas con distintas letras indica que existe diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1. Monitoreo de la dinámica poblacional de la plaga

Los registros de las densidades poblacionales de la plaga comenzaron tres meses antes del establecimiento de los tratamientos, el mes de abril hasta el mes de junio del 2019; con la finalidad de identificar el mayor piks poblacional y momento óptimo de las aplicaciones. Se utilizó como método de muestreo la observación directa en campo, con frecuencia semanal. En cada muestreo se contó la cantidad de adultos de *C. sordidus* capturados por cada trampa. Las trampas empleadas fueron: corte en el corno de pseudotallo (Ajanel, 2003)

En la Figura 01 se muestra las cantidades de picudos (*Cosmopolites sordidus* Germar) monitoreadas en el área experimental, pre y durante la

aplicación de los entomopatógenos. Los niveles poblaciones registrados son altos, según la literatura se sabe que, para establecer algún tipo de control, los umbrales deben estar entre 10-15 picudos por trampa, según el registro del presente estudio se tiene fechas donde las poblaciones sobrepasaban el umbral.



**Figura 01. Medias de la prueba de Promedios de captura para número de  $n=5$  aplicaciones/tratamiento**

A partir de la primera semana hasta la quinta semana se registran los incrementos de las poblaciones para luego decaer en mínimo porcentaje en la semana seis. Este decaimiento ligero es superado en la siguiente semana con pike de hasta 15 picudos/trampa, según Chem Tica Internacional S.A (2003), cuando la cantidad de individuos de *C. sordidus* supera los 15/trampa se requiere del combate químico, para bajar las poblaciones, Según Rukazambuga (1996) los niveles bajos sin importancia económica son cuando se capturan 5 individuos/trampa, media cuando oscila de 6-10/trampa y alta cuando superan los 10 individuos/trampa.

Posteriormente con una baja hasta la semana 10 a finales del mes de mayo y principios del mes de junio, cuando las temperaturas fluctuaban entre 14°C a 23°C. Durante las semanas siguientes las poblaciones comienzan a repuntar llegando a un pik de hasta 22 picudos/trampa (últimas semanas de mes de junio), momento donde se da inicio con las aplicaciones de los

entomopatógenos según los tratamientos. Este comportamiento cambia en las semanas siguiente y las poblaciones comienzan nuevamente a declinarse a mediados del mes de julio, donde las temperaturas se incrementan hasta 27 °C. posteriormente se registra el nuevo incremento para declinarse paulatinamente en las semanas posteriores. Según Mestre, (1997a) en condiciones secas, el picudo tiende a desaparecer en poco tiempo.

#### 4.2. Infestación inicial en campo de *Cosmopolites sordidus* Germar

Según el registro de los monitoreos frecuentes en el campo, se tomó en consideración la semana 11 del monitoreo como la infestación inicial en las parcelas en estudio. Los datos promedios de las tablas que se muestran se adjuntan en el anexo, a continuación, las tablas de análisis de variancia ANDEVA y la prueba de significación de Duncan con sus gráficos correspondientes.

#### Cuadro 01. Análisis de la varianza para la infestación inicial en campo/planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	6,53	4	1,63	0,80ns	0,5445
REPETICIONES	12,49	4	3,12	1,52ns	0,2422
Error	32,78	16	2,05		
Total	51,80	24			
C.V = 18,48%		E.E= 0,64			

ns = No significativo

Fuente: elaboración propia

Según el análisis de varianza no existe diferencia estadística significativa entre bloques y tratamiento (p-valor 0,5445 > 0,05). El coeficiente de variabilidad (CV) es 18,48%, y el error estándar de  $\pm 0,64$  que da confiabilidad a los resultados.



**Cuadro 02. Prueba de significación de Duncan para infestación inicial/planta.**

Claves de tratamientos	Medias	n	E.E.	0.05	0.01
T 5	8,54	5	0,64	a	a
T 2	8,10	5	0,64	a	a
T 4	7,62	5	0,64	a	a
T 1	7,26	5	0,64	a	a
T 3	7,20	5	0,64	a	a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza, no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos al 5% y 1%. El número promedio de las infestaciones pre aplicación en el campo experimental oscila entre 7,20 y 8,54 picudos, promedios sin diferencias estadísticas con homogeneidad de varianza, datos que corresponden a una infestación superior al umbral de acción que son 5 picudos por planta según Muñoz y Mario, (2001).

**4.3 Densidad poblacional de *Cosmopolites sordidus* Germar del plátano post aplicación de los entomopatógenos.**

Se tomaron muestras de insectos expuestos al inóculo en el campo y se verificó algún indicio de la sintomatología y mortalidad.

**Cuadro 03. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/ planta en la primera semana de evaluación.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	64,74	4	16,19	8,87	0,0006
REPETICIONES	16,27	4	4,07	2,23	0,1118
Error	29,21	16	1,83		
Total	110,22	24			

C.V= 17,12%

E.E= 0,60

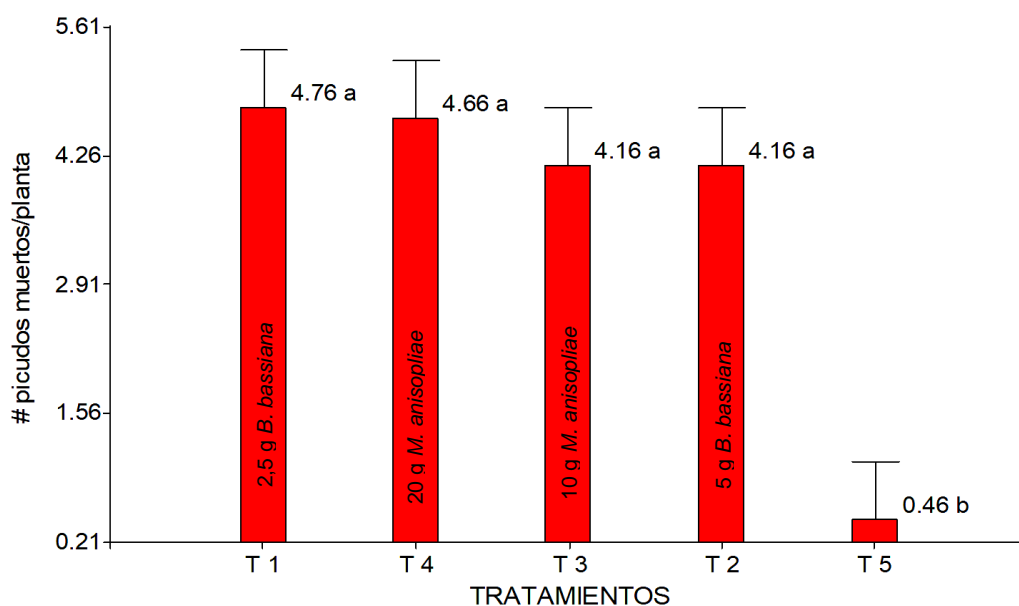
Según los resultados del análisis de varianza, no existen diferencias estadísticas entre bloques, pero sí entre los tratamientos, quiere decir que al menos un tratamiento es diferente a los demás. El coeficiente de variabilidad (CV) es 17,12% y el error estándar de  $\pm 0,60$  que da confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 04. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus* Gernar muertos/ planta en la primera semana de evaluación.**

Caves de tratamientos	Medias	n	E.E.	0,05	0,01
T 1	4.76	5	0,60	a	a
T 4	4,66	5	0,60	a	a
T 3	4,16	5	0,60	a	a
T 2	4,16	5	0,60	a	a
T 5	0,46	5	0,60	b	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Según la prueba de significación de Duncan al 5 %, el tratamiento T1 es el que reportó mayor número de picudos muertos, con un promedio de 4,76 sin embargo este tratamiento no registra diferencias estadísticas con el T4, T3 Y T2. En tanto que el tratamiento T5 (testigo) obtuvo el promedio de 0,46 picudos muertos, diferenciándose estadísticamente del resto.



**Figura 02. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus Germar* muertos/ planta en la primera semana de evaluación.**

**Cuadro 05. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus Germar* muertos/ planta segunda semana de evaluación.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	53,14	4	13,28	18,05	<0,0001
REPETICIONES	6,62	4	1,65	2,25	0,1094
Error	11,77	16	0,74		
Total	71,53	24			
C.V =28,86%	E.E	=0,38			

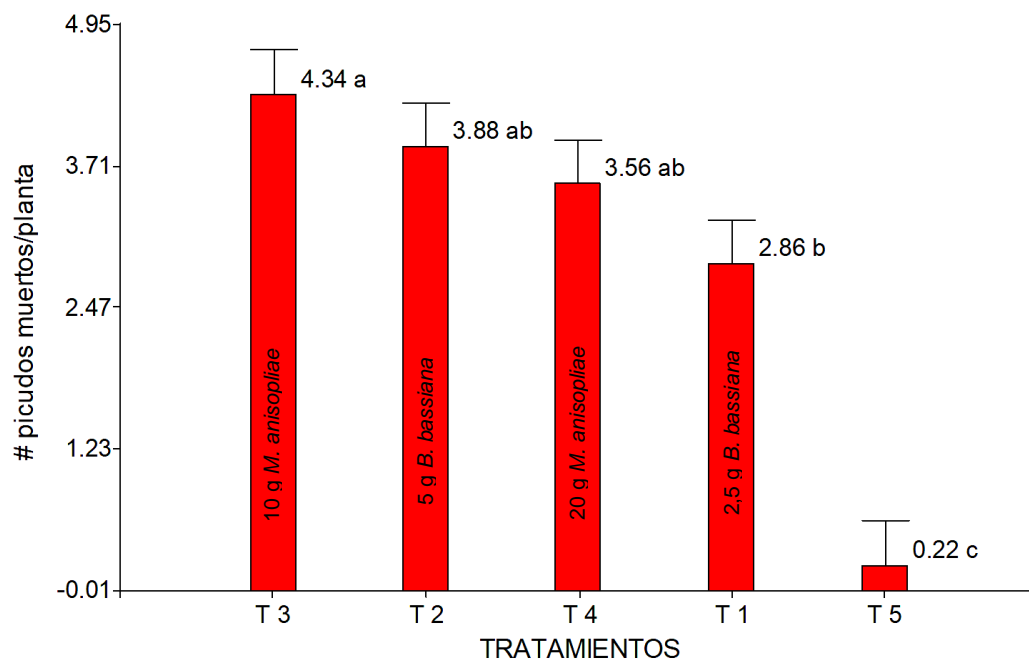
Realizado el análisis de variancia para el número de *Cosmopolites sordidus* muertos/área neta en la segunda evaluación, el p-valor demuestra que entre los tratamientos existen diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad es 28,86%, este valor garantiza el análisis de datos de las variables con una confianza aceptable.

**Cuadro 06. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus Germar* muertos/ planta segunda semana de evaluación**

Claves de					
tratamientos	Medias	n	E.E.	0,05	0,01
T 3	4,34	5	0,38	a	a
T 2	3,88	5	0,38	a b	a
T 4	3,56	5	0,38	a b	a
T 1	2,86	5	0,38	b	a b
T 5	0,22	5	0,38	c	b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Según Duncan al 5%, los tratamientos T3, T2 y T4 estadísticamente son iguales y difieren del tratamiento T5, el T3 ocupó el primer lugar con una media de 4,34 gorgojos muertos/ planta y el último lugar ocupó el T5 con una media de 0,22 gorgojos muertos/área neta.



**Figura 03. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/ planta segunda semana.**

**Cuadro 07. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/ planta tercera semana de evaluación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	64,93	4	16,23	6,23	0,0032
REPETICIONES	14,66	4	3,67	1,41	0,2764
Error	41,67	16	2,60		
Total	121,26	24			

C.V = 25,99%

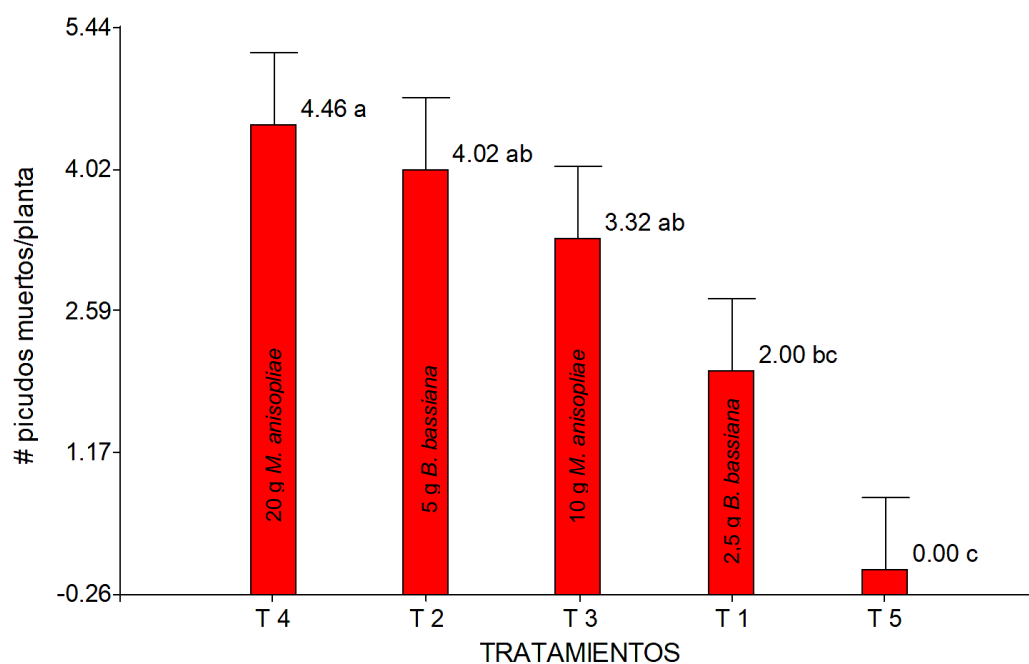
Realizado el análisis de varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* muertos/ planta en la tercera evaluación, el p-valor muestra que entre los tratamientos existen diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad es 25,99%, este valor garantiza el análisis de datos de las variables con una confianza aceptable.

**Cuadro 08. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta tercera semana**

Claves de tratamientos	Medias	n	E.E.	0.05	0.01
T 4	4,46	5	0,72	a	a
T 2	4,02	5	0,72	a b	a b
T 3	3,32	5	0,72	a b	a b
T 1	2,00	5	0,72	b c	b
T 5	0,00	5	0,72	c	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Las medias para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la tercera evaluación muestra que los tratamientos T4, T3 y T2 estadísticamente son iguales y difieren al nivel de significancia del 5% del tratamiento T5, asimismo el T1 y T5 estadísticamente son iguales. Sin embargo, el T4 ocupó el primer lugar en promedios con una media de 4,46 picudos muertos/planta y el último lugar ocupó la dosis T5 con una media de 0,00 picudos muertos/planta.



**Figura 04. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta tercera semana**

**Cuadro 09. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta cuarta semana de evaluación.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	46,48	4	11,62	25,14	<0,0001
REPETICIONES	6,34	4	1,59	3,43	0,0331
Error	7,40	16	0,46		
Total	60,22	24			

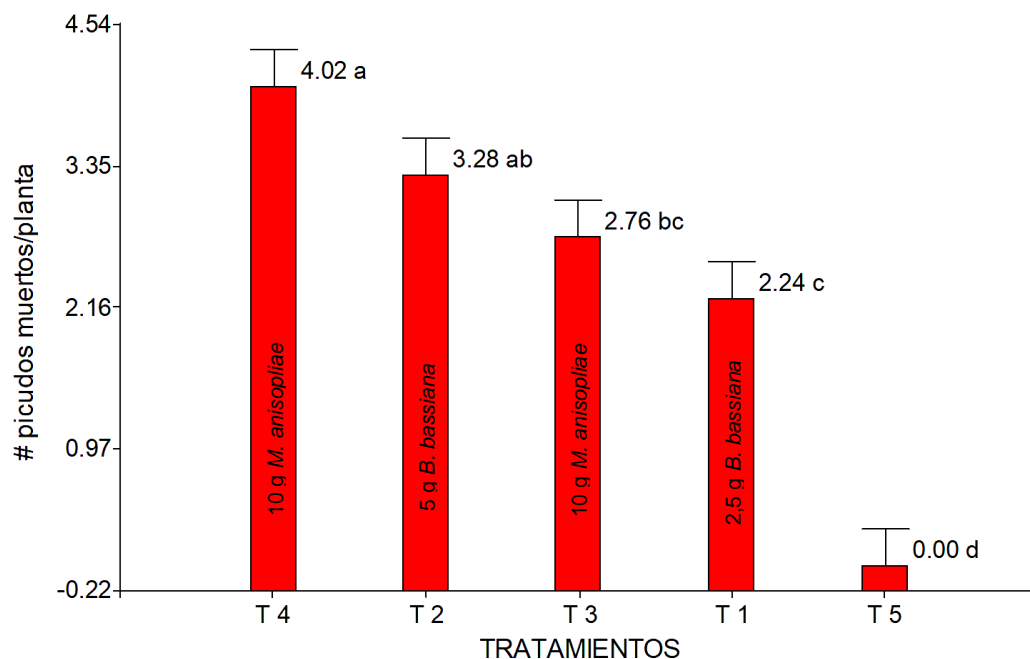
Según el análisis de variancia para el número de *Cosmopolites sordidus* muertos/planta en la cuarta semana de evaluación, el p-valor muestra que entre los tratamientos si existen diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad es 27,64%, este valor garantiza el análisis de datos de las variables con una confianza aceptable.

**Cuadro 10. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta cuarta semana.**

Claves de tratamientos	Medias	n	E.E.	0,05	0,01
T 4	4,02	5	0,30	a	a
T 2	3,28	5	0,30	a b	b
T 3	2,76	5	0,30	b c	b
T 1	2,24	5	0,30	c	b
T 5	0,00	5	0,30		d c

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

El análisis de Duncan reporta que, las medias para el número de *Cosmopolites sordidus* muertos/planta en la quinta semana de evaluación muestra al T4 estadísticamente diferente a los tratamientos T3, T1 y T5, a la vez supera en promedio con 4,02 picudos muertos/planta y el último lugar ocupó el T5 con 00,00 gorgojo muerto/planta.



**Figura 05. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la cuarta evaluación**

**Cuadro 11. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la quinta semana de evaluación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	29,20	4	7,30	50,01	<0,0001
REPETICIONES	0,38	4	0,10	0,65	0,6347
Error	2,34	16	0,15		
Total	31,92	24			

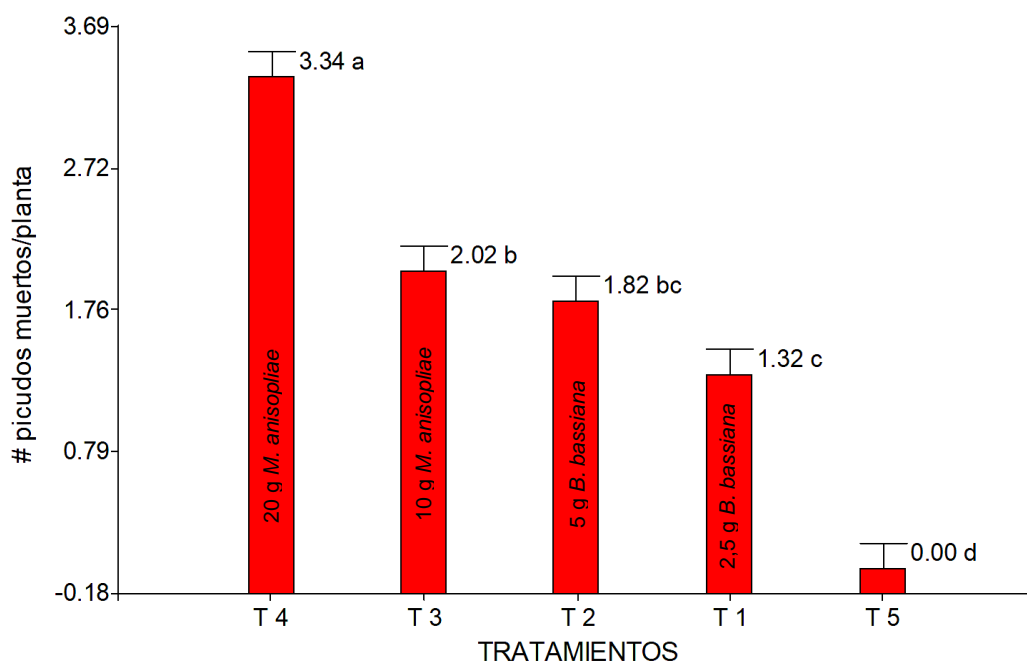
Realizado el análisis de variancia para el número de *Cosmopolites sordidus* muertos/planta en la quinta evaluación, el p-valor muestra que entre los tratamientos si existen diferencias estadísticas altamente significativas, el p-valor  $0,001 > a 0,05$ . El coeficiente de variabilidad es 22,48%, este valor garantiza el análisis de datos de las variables con una confianza aceptable.

**Cuadro 12. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la quinta semana de evaluación**

Claves de tratamientos	Medias	n	E.E.	0,05	0,01
T 4	3,34	5	0,17	a	a
T 3	2,02	5	0,17	b	b
T 2	1,82	5	0,17	b c	b
T 1	1,32	5	0,17	c	b
T 5	0,00	5	0,17	d	c

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Según Duncan al 5%, las medias para el número de *Cosmopolites sordidus* muertos/planta en la quinta evaluación muestra que el tratamiento T4 difiere estadísticamente de los demás y supera en promedio con 3,34 picudos muertos/ planta. Seguida por el Tratamiento T3 y T2 estadísticamente iguales con promedios de 2,02 y 1,82 picudos muertos/planta respectivamente. el T5 registra 0,00 picudos muertos/planta.



**Figura 06. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la quinta evaluación**



**Cuadro 13. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la sexta semana de evaluación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	29,20	4	7,30	50,01	<0,0001
REPETICIONES	0,38	4	0,10	0,65	0,6347
Error	2,34	16	0,15		
Total	31,92	24			

Realizado el análisis de variancia para el número de *Cosmopolites sordidus* muertos/planta en la sexta semana de evaluación, el p-valor muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, el p-valor 0,001 es > a 0,05.

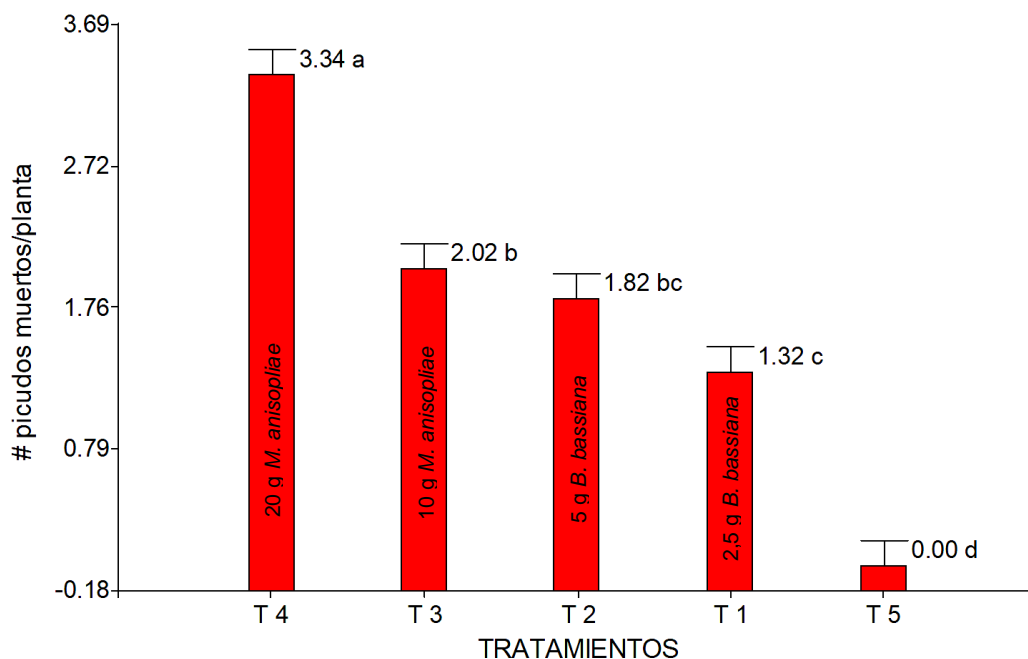
El coeficiente de variabilidad es 22,48%, y el error estándar es 0,17 estos valores garantizan el análisis de datos de las variables con una confianza aceptable.

**Cuadro 14. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la sexta semana de evaluación**

Claves de Tratamientos	Medias	n	E.E.	0,05	0,01
T 4	3,34	5	0,17	a	a
T 3	2,02	5	0,17	b	b
T 2	1,82	5	0,17	b c	b c
T 1	1,32	5	0,17	c	c
T 5	0,00	5	0,17	d	d

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

El análisis de Duncan 5% y 1%, el tratamiento T4 estadísticamente es diferente a los demás y supera en promedio con 3,34 *Cosmopolites sordidus* muertos/planta, seguida por el T3 con 2,02 picudos muertos/planta y el último lugar ocupó el T5 con 0,00 picudos muerto/planta.



**Figura 07. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la sexta semana de evaluación**

**Cuadro 15. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta séptima semana de evaluación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	21,29	4	5,32	39,90	<0,0001
REPETICIONES	0,69	4	0,17	1,30	0,3119
Error	2,13	16	0,13		
Total	24,12	24			

C.V = 26,78%

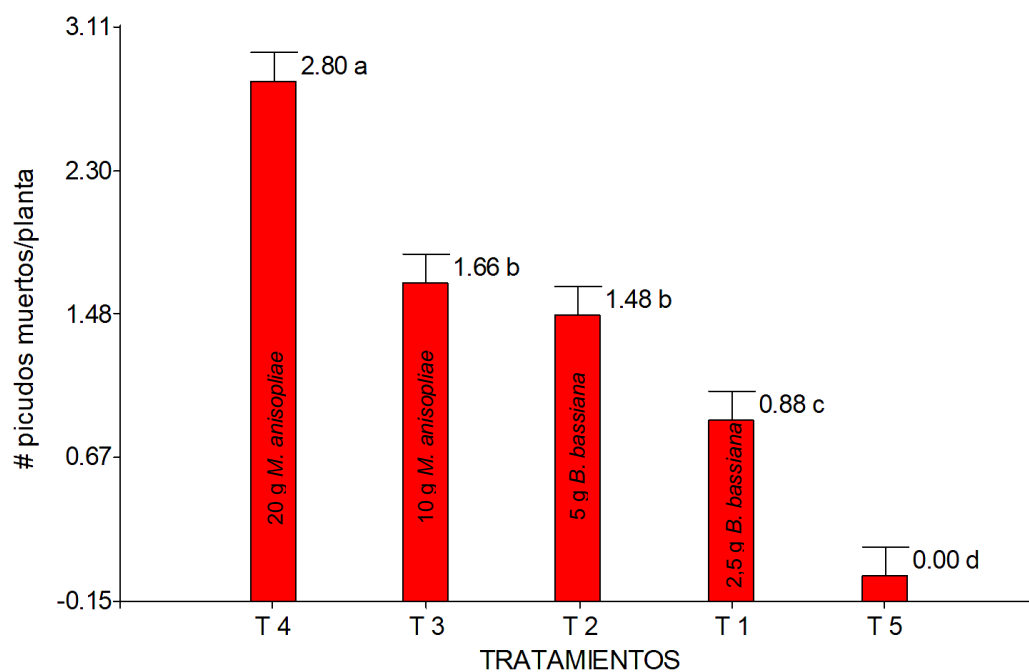
Según los resultados del análisis de varianza, no existen diferencias estadísticas entre bloques, pero sí entre los tratamientos, quiere decir que al menos un tratamiento es diferente a los demás. El coeficiente de variabilidad (CV) es 26,78% y el error estándar de  $\pm 0,60$  que da confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 16. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la séptima semana de evaluación**

Claves de tratamientos	Medias	n	E.E.	0.05	0.01
T 4	2,80	5	0,16	a	a
T 3	1,66	5	0,16	b	b
T 2	1,48	5	0,16	b	b
T 1	0,88	5	0,16	c	c
T 5	0,00	5	0,16	d	d

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

Según el análisis de Duncan 5% y 1%, el tratamiento T4 estadísticamente es diferente a los demás y supera en promedio con 2,80 *Cosmopolites sordidus* muertos/planta, seguida por el T3 con 1,66 picudos muertos/planta y el último lugar ocupó el T5 con 0,00 picudos muerto/planta.



**Figura 08. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la séptima evaluación**

**Cuadro 17. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la octava semana de evaluación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	21,49	4	5,37	43,11	<0,0001
REPETICIONES	0,36	4	0,09	0,72	0,5924
Error	1,99	16	0,12		
Total	23,85	24			

C.V = 28,84%

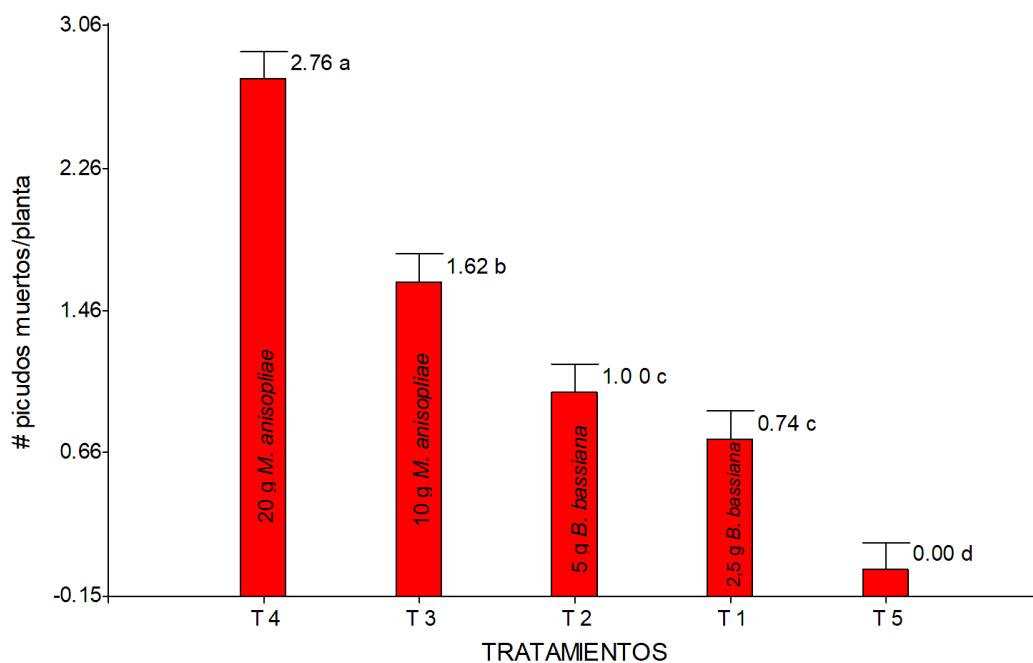
Según los resultados del análisis de varianza, no existen diferencias estadísticas entre bloques pero sí entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 28,84% y el error estándar de  $\pm 0,16$  que da confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 18. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la octava semana de evaluación**

Claves de tratamientos	Medias	n	E.E.	0,05	0,01
T 4	2,76	5	0,16	a	a
T 3	1,62	5	0,16	b	b
T 2	1,00	5	0,16	c	b c
T 1	0,74	5	0,16	c	c d
T 5	0,00	5	0,16	d	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Según el análisis de Duncan 5% y 1%, el tratamiento T4 estadísticamente es diferente a los demás y supera en promedio con 2,76 *Cosmopolites sordidus* muertos/planta, seguida por el T3 con 1,62 picudos muertos/planta y el último lugar ocupó el T5 con 0,00 picudos muerto/planta.



**Figura 09. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la octava evaluación**

**Cuadro 19. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la novena semana de evaluación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	16,89	4	4,22	31,85	<0,0001
REPETICIONES	0,15	4	0,04	0,28	0,8843
Error	2,12	16	0,13		
Total	19,17	24			

CV= 35,98%

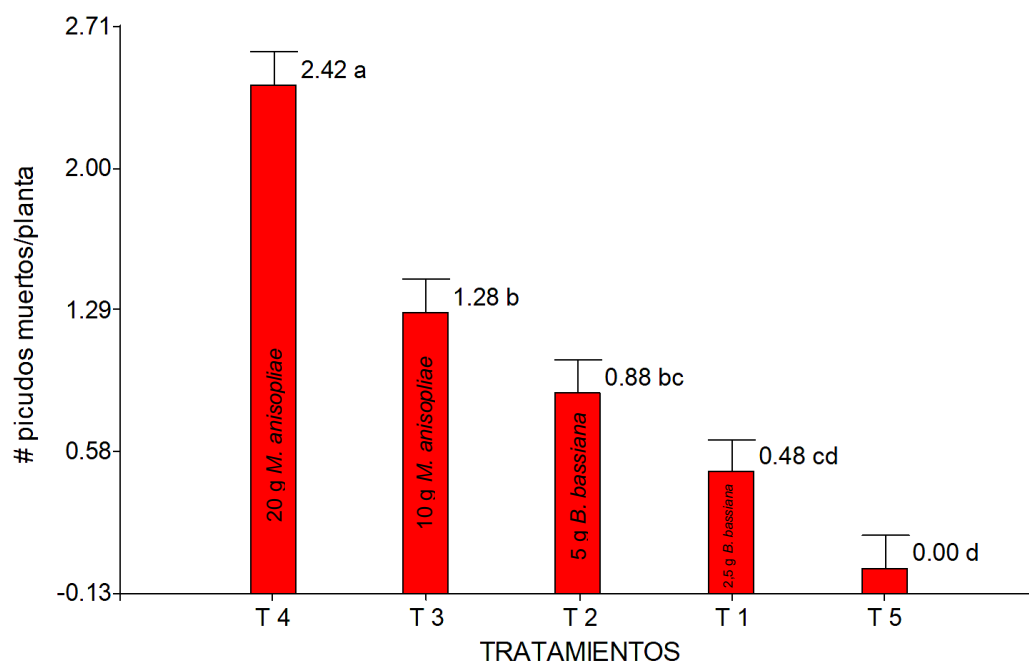
Según los resultados del análisis de varianza, no existen diferencias estadísticas entre bloques, pero sí entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 35,98% y el error estándar de  $\pm 0,16$  que da confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 20. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la novena evaluación**

Claves de tratamientos	Medias	n	E.E.	0,05	0,01
T 4	2,42	5	0,16	A	A
T 3	1,28	5	0,16	B	B
T 2	0,88	5	0,16	B C	B C
T 1	0,48	5	0,16	C D	C D
T 5	0,00	5	0,16	D	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Según la prueba de significación de Duncan al 5% y 1%, el tratamiento T4 es estadísticamente diferente a los demás tratamientos y a la vez, es el que reportó mayor número de picudos muertos/planta con un promedio de 2,42 y el último lugar ocupó el T5 con 0,00 picudos muerto/planta.



**Figura 10. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la novena evaluación**

**Cuadro 21. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la décima semana de evaluación**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	10,09	4	2,52	20,57	<0,0001
REPETICIONES	0,64	4	0,16	1,30	0,3119
Error	1,96	16	0,12		
Total	12,69	24			

CV. 42.92%

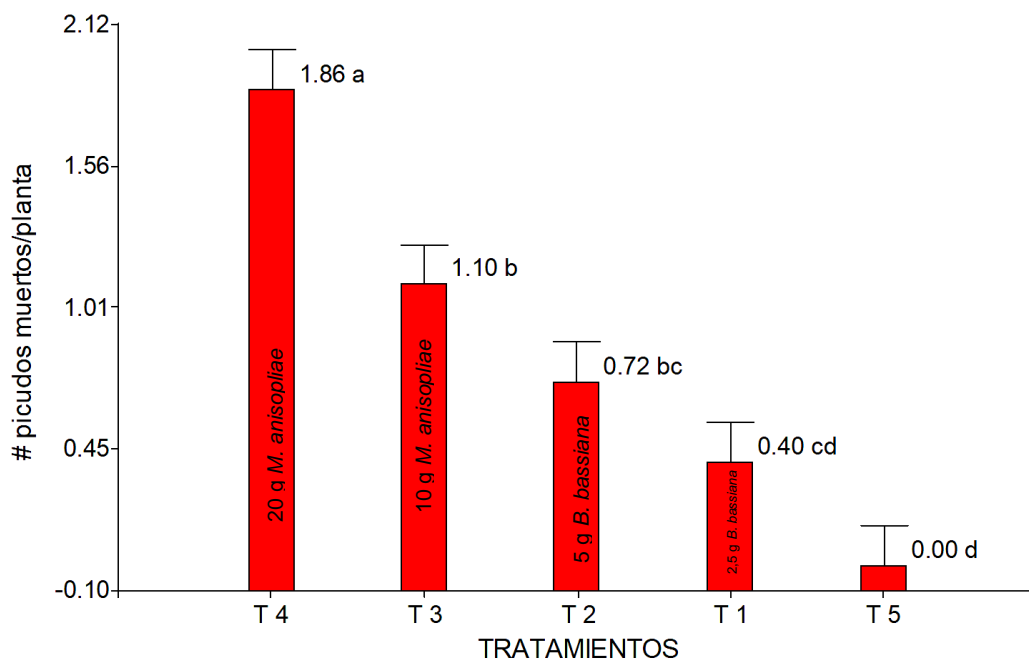
Según los resultados del análisis de varianza, no existen diferencias estadísticas entre bloques, pero sí entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 42,92% y el error estándar de  $\pm 0,16$  que da confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 22. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la décima semana de evaluación**

Claves de tratamientos	Medias	n	E.E.	0,05	0,01
T 4	1,86	5	0,16	a	a
T 3	1,10	5	0,16	b	a b
T 2	0,72	5	0,16	b c	b
T 1	0,40	5	0,16	c d	b c
T 5	0,00	5	0,16	d	c

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Según la prueba de significación de Duncan al 5% y 1%, el tratamiento T4 difiere estadísticamente de los demás y supera en promedio con 1,86 picudos muertos/ planta, seguida por el tratamiento T3 con 1,10 y el T5 ocupó el último lugar con un promedio de 0,00 picudos muertos/ planta.



**Figura 11. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la décima semana de evaluación**

**Cuadro 23. Análisis de la varianza para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la undécima semana de evaluación.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTOS	40,18	4	10,05	6,57	0,0029
REPETICIONES	6,20	4	1,55	1,01	0,4318
Error	22,95	15	1,53		
Total	69,33	23			

CV. 57.09%

Según los resultados del análisis de varianza, no existen diferencias estadísticas entre bloques, pero sí entre los tratamientos. El coeficiente de



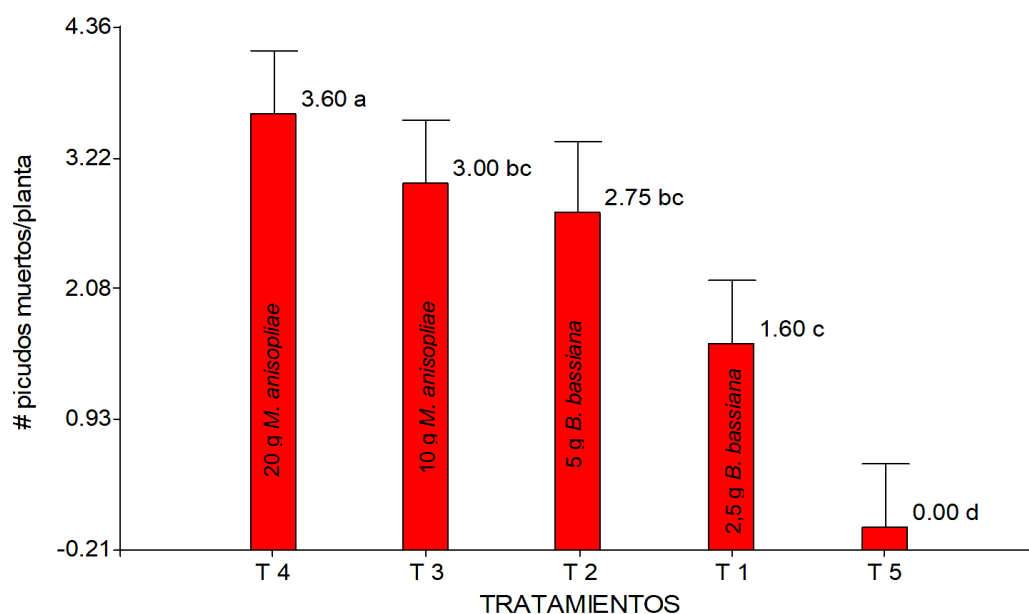
variabilidad (CV) es 57,09% y el error estándar de  $\pm 0,55$  que da confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 24. Prueba de Duncan para el número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la undécima semana de evaluación.**

Claves de tratamientos	Medias	n	E.E.	0,05	0,01
T 4	3,60	5	0,55	a	a
T 3	3,00	5	0,55	a b	a
T 2	2,75	4	0,62	a b	a
T 1	1,60	5	0,55	b c	a b
T 5	0,00	5	0,55	c	b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Según la prueba de significación de Duncan al 5%, el tratamiento T4 es el que reportó mayor número de picudos muertos con un promedio de 3,60, además registra diferencias estadísticas con los demás. El T5, es el que ocupa el último lugar según el orden de importancia con un promedio de 0,00 picudos muertos/planta, diferenciándose estadísticamente del resto.



**Figura 12. Medias de la prueba de Duncan para número de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta en la undécima semana de evaluación.**

**Efectividad de los entomopatógenos en el control de *Cosmopolites sordidus* Germar en el cultivo de plátanos.**

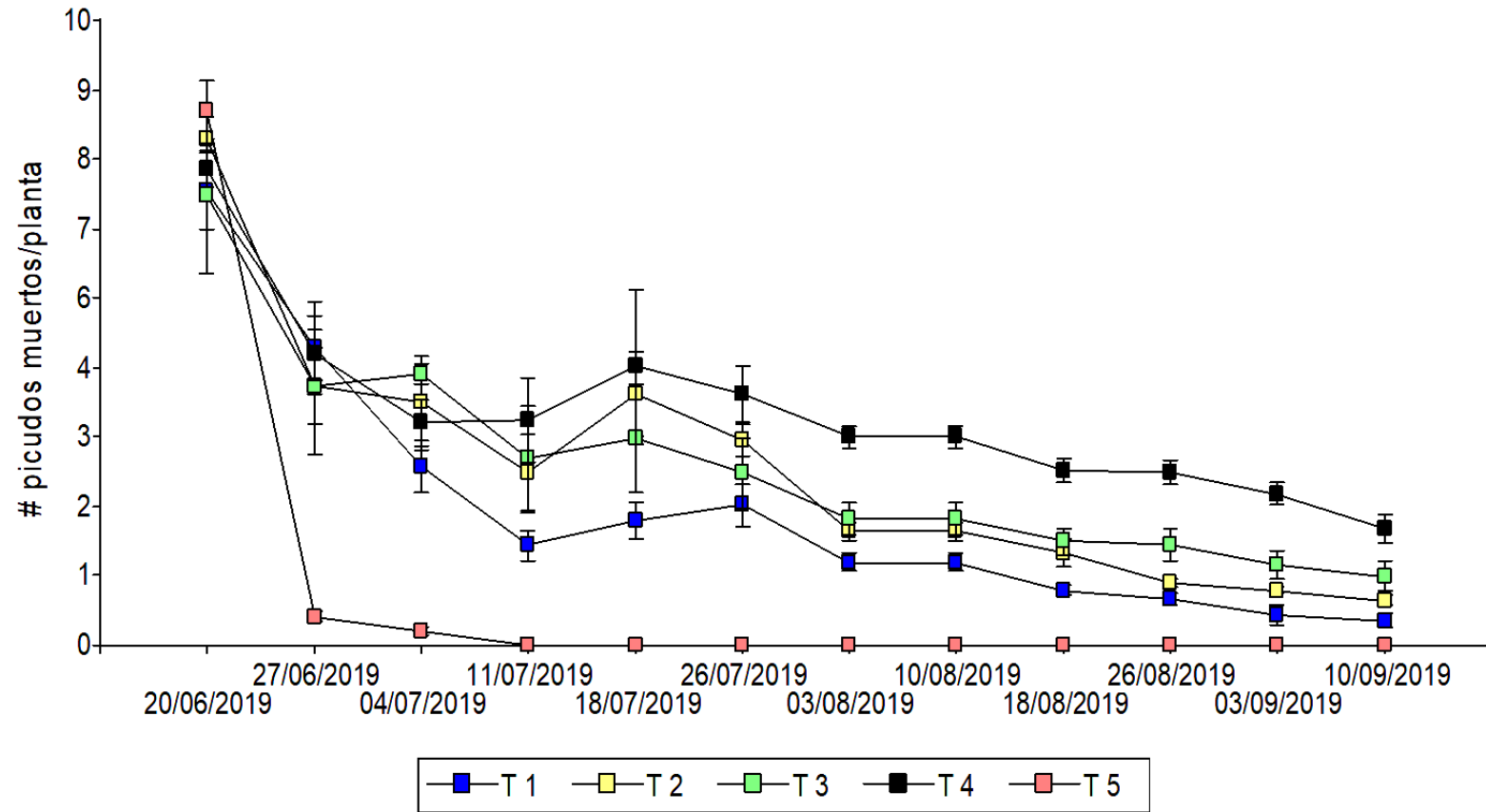
La eficacia de los entomopatógenos fue determinado a través del recuento pre y post aplicación, y las comparaciones con el tratamiento testigo.

Cuadro 25. Tratamientos evaluados y diferencias estadística (media  $\pm$  EE) de la mortalidad de *Cosmopolites sordidus* *Germar* /semana, Monzón-Huánuco, temporada 2019.

Tratamientos / dosis (mg)	Pre-apli (media $\pm$ EE)	Semana.1 (media $\pm$ EE)	Semana.2 (media $\pm$ EE)	Semana.3 (media $\pm$ EE)	Semana.4 (media $\pm$ EE)	Semana.5 (media $\pm$ EE)	Semana.6 (media $\pm$ EE)	Semana.7 (media $\pm$ EE)	Semana.8 (media $\pm$ EE)
T1 2.5 g de B. bassiana/20 l agua	7,62 $\pm$ 0,64 <b>a</b>	<u>4,76 <math>\pm</math> 0,60</u> a	2,86 $\pm$ 6,09 <b>b</b>	2,00 $\pm$ 0,72 bc	2,24 $\pm$ 0,30 <b>c</b>	1,32 $\pm$ 0,17 c	1,32 $\pm$ 0,17 c	0,88 $\pm$ 0,16 c	0,74 $\pm$ 0,16 c
T2 5 g de B. bassiana/20 l agua	8,10 $\pm$ 0,64 <b>a</b>	4,66 $\pm$ 0,60 a	3,88 $\pm$ 0,38 <b>ab</b>	4,02 $\pm$ 0,72 ab	3,28 $\pm$ 0,30 <b>ab</b>	1,82 $\pm$ 0,17 bc	1,82 $\pm$ 0,17 <b>bc</b>	1,48 $\pm$ 0,16 <b>b</b>	1,00 $\pm$ 0,16 <b>c</b>
T3 5 g de B. bassiana/20 l agua 10 g de M. anisopliae /20 l agua	7,20 $\pm$ 0,64 <b>a</b>	4,16 $\pm$ 0,60 a	<u>4,34 <math>\pm</math> 0,38</u> <b>ab</b>	3,32 $\pm$ 0,72 ab	2,76 $\pm$ 0,30bc	2,02 $\pm$ 0,17 b	2,02 $\pm$ 0,17 b	1,66 $\pm$ 0,16 b	1,62 $\pm$ 0,16 b
T4 20 g de M. anisopliae /20 l agua	7,26 $\pm$ 0,64 <b>a</b>	4,16 $\pm$ 0,60 a	3,56 $\pm$ 0,38 <b>a</b>	<u>4,46 <math>\pm</math> 0,72</u> a	<u>4,02 <math>\pm</math> 0,30</u> <b>a</b>	<u>3,34 <math>\pm</math> 0,17</u> <b>a</b>	<u>3,34 <math>\pm</math> 0,17</u> <b>a</b>	<u>2,80 <math>\pm</math> 0,16</u> a	<u>2,76 <math>\pm</math> 0,16</u> a
T5 Testigo (absoluto)	8,54 $\pm$ 0,64 <b>a</b>	0,46 $\pm$ 0,60 <b>b</b>	0,22 $\pm$ 0,38 <b>b</b>	0,00 $\pm$ 0,72 c	0,00 $\pm$ 0,30 <b>d</b>	0,00 $\pm$ 0,17 d	0,00 $\pm$ 0,17 d	0,88 $\pm$ 0,16 c	0,00 $\pm$ 0,16dc

Valores que comparten letras distintas de forma vertical presentan diferencias significativas según la prueba de comparaciones múltiples Test de *Duncan* ( $p < 0.05$ ).

*a* = mortalidad



**Figura 13. Conteo de *Cosmopolites sordidus* Germar muertos en el cultivo de plátanos/semana en parcelas tratadas con *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, temporada-2019.**

**Semana 1 post aplicación:** Tomando en cuenta el número promedio de capturas por planta y el efecto en cada uno de los tratamientos registrados en esta semana, se encontró que el tratamiento T5 no muestra ningún efecto de mortalidad en los picudos, en tanto T4 registra el mayor número de picudos afectados.

Según el análisis de comparación de medias y el error estándar (Med.  $\pm$  EE) el tratamiento T1: 4,76  $\pm$  0,60 (Med.  $\pm$  EE) supera en promedio sin diferencia estadística con los tratamientos T2, T3 y T4 (Test de Duncan,  $P < 0,05$ ), que registran mortalidad, siendo T5: 0,46  $\pm$  0,60 (Med.  $\pm$  EE) con diferencia estadística y nulo efecto control.

**Semana 2:** El tratamiento T3 demuestra mayor efectividad de control 4,34  $\pm$  0,38 (Med.  $\pm$  EE).

**Semana. 3 a 8 +.** El tratamiento T4 mantiene su alta capacidad de eficacia y se suma a ello T2 y T3 con diferencias estadísticas entre sí. a partir de esta semana el T4 con dosis alta (400 mg E11-14: 20 g de *M. anisopliae* /20 l agua) no pierden la capacidad de generar mortalidad en la especie. Mientras tanto el resto de los tratamientos con otras dosis y otros entomopatógenos mantiene su eficacia por debajo del promedio T4.

Sin embargo, es bueno resaltar lo siguiente: Según la gráfica de multivariados (Figura 13) desde la semana 1 a 11 Post aplicación Todos los tratamientos a excepción del tratamiento testigo comienzan a mostrar eficacia en la mortalidad de individuos afectados por los entomopatógenos, siendo el T4 (20 g de *M. anisopliae* /20 l agua) el más eficiente a través del tiempo.



### **Porcentaje de mortalidad**

Los primeros 7 días el T2 (*Beauveria bassiana* a 5 g de *B. bassiana*/20 l agua) logra una eficacia en la mortalidad de los picudos en un 41,31%, seguida por T3 (*Metarhizium anisopliae* a 10 g de *M. anisopliae* /20 l agua) con una eficacia de 33,97%. Estas cifras en la segunda semana de evaluación fueron superadas por el T1 (*Beauveria bassiana*, 2.5 g de *B. bassiana*/20 l agua) con el porcentaje de eficiencia 73,12%, incrementándose este porcentaje semana a semana paulatinamente para posesionarse en porcentajes superiores al 90% a partir de la octava semana (Cuadro N° 26).

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1. Para el entomopatógeno *Beauveria bassiana* en reducción del gorgojo negro del plátano

El efecto del entomopatógeno *Beauveria bassiana* en la pre evaluación, no existió diferencias estadísticas significativas al margen de error de 5 %. En la primera y segunda evaluación los tratamientos 2,5 g de *B. bassiana*/20 l de agua (T<sub>1</sub>) y 5 g de *B. bassiana*/20 l de agua (T<sub>2</sub>) no existen diferencias estadísticas significativas, pero difirieron del tratamiento testigo (T<sub>5</sub>) el cual se ubicó en el último lugar, alcanzando *Cosmopolites sordidus* muertos/planta entre 5 y 4 en la primera evaluación, 3 y 4 en la segunda evaluación con los tratamientos respectivos, asimismo en la tercera y cuarta evaluación el tratamiento 2,5 g de *B. bassiana*/20 l de agua (T<sub>1</sub>) no difiere del testigo en *Cosmopolites sordidus* muertos/planta fue de 2 en la tercera evaluación y entre 2 y 4 en la cuarta evaluación con los tratamientos mencionados respectivamente. En la quinta y sexta evaluación los tratamientos 2,5 g de *B. bassiana*/20 l de agua (T<sub>1</sub>) y 5 g de *B. bassiana*/20 l de agua (T<sub>2</sub>) estadísticamente fueron iguales, obteniendo *Cosmopolites sordidus* muertos/planta entre 2 y 5 en la quinta evaluación y entre 1 y 2 en la sexta evaluación.

Resultados similares a los obtenidos por Armendari *et al.*, (2015), quienes indican que la infectividad de la cepa de *Beauveria bassiana* sobre adultos del picudo negro y del picudo café (*Metamasius hemipterus*) fue 92,80 y 100% en *M. hemipterus* frente a 46,70 y 16,20% en *C. sordidus*) y de Suarez & Suarez (2020) donde el hongo *Beauveria bassiana* en líquido presentó los mejores resultados manteniendo los niveles más bajos de población de *Cosmopolites sordidus* seguido por el tratamiento *Beauveria bassiana* en



granulado y el tratamiento menos efectivo fue *Beauveria bassiana* en sólido, seguido por el tratamiento Químico Jade®.

Asimismo, Cayetano (2019) obtuvo el coeficiente de daño con *Beauveria bassiana*, polietileno y Furadan 5G con 7,22% y 10,55%; 2,77% y 4,44% y 8,33% y 13,55% en el cultivar Seda e Isla, respectivamente. El desarrollo del cultivo de plátano fue mejor con el *Beauveria bassiana* en el cultivar Seda y finalmente el mayor coeficiente de daño se mostró en el cultivar Seda con 50,36%.

## **5.2. Para el entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* en reducción del gorgojo negro del plátano**

El entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* evidenció en la pre evaluación que no existió diferencias estadísticas al margen de error de 5 %. En la primera, segunda, tercera y cuarta evaluación los tratamientos 10 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>3</sub>) 20 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>4</sub>) no tienen diferencias estadísticas entre ellos, pero si difirieron del tratamiento testigo (T<sub>5</sub>) el cual ocupó el último lugar, alcanzando *Cosmopolites sordidus* muertos/planta de 5 en la primera evaluación, 4 en la segunda evaluación, 3 en la tercera evaluación y entre 4 y 5 en la cuarta evaluación en los tratamientos 10 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>3</sub>) 20 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>4</sub>) respectivamente.

En la quinta y sexta evaluación el tratamiento 20 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>4</sub>) difiere estadísticamente del tratamiento 10 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>3</sub>), asimismo, ambos tratamientos se diferencian del tratamiento testigo (T<sub>5</sub>) con un margen de error del 5%, logrando un número de *Cosmopolites sordidus* muertos/planta entre 3 y 4 en la quinta evaluación y entre 2 y 3 en la sexta evaluación respectivamente.

### 5.3. Para el entomopatógeno *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en reducción del gorgojo negro del plátano

El entomopatógeno *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en la pre evaluación no existieron diferencias estadísticas a un margen de error de 5 %. En la primera y segunda evaluación los tratamientos 2,5 g de *B. bassiana*/ 20 l agua, (T<sub>1</sub>) , 5 g de *B. bassiana*/ 20 l agua, (T<sub>2</sub>) , 10 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>3</sub>) y 20 g de *M. anisopliae*/ 20 l agua (T<sub>4</sub>) no existen diferencias estadísticas entre ellos, pero si difirieron del tratamiento testigo, alcanzando *Cosmopolites sordidus* muertos/planta de 5 en los tratamientos T1, T4 y T3 y de 4 en el tratamiento T2 en la primero evaluación, asimismo en la segunda evaluación logrando *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta de 4 en los tratamientos T3, T2 y T4, de 3 el tratamiento T1.

En la tercera y cuarta evaluación los tratamientos 20 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>4</sub>) , 5 g de *B. bassiana*/ 20 l agua, (T<sub>2</sub>) , 10 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>3</sub>) y 2,5 g de *B. bassiana*/ 20 l agua, (T<sub>1</sub>) estadísticamente son iguales, sin embargo, el tratamiento 2,5 g de *B. bassiana*/ 20 l agua, (T<sub>1</sub>) no presentó diferencia estadística respecto al tratamiento testigo, con un margen de error del 5 %, logrando *Cosmopolites sordidus* muertos/planta de 3 en los tratamientos 20 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>4</sub>) , 10 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>3</sub>) y 5 g de *B. bassiana*/ 20 l agua, (T<sub>2</sub>), y de 2 en el tratamiento 2,5 g de *B. bassiana*/ 20 l agua, (T<sub>1</sub>) en la tercera evaluación, asimismo en la cuarta evaluación *Cosmopolites sordidus* muertos/planta de 5 en el tratamiento T<sub>4</sub>, de 4 en los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, 2 en el tratamiento T<sub>1</sub>. En la quinta evaluación los tratamientos T<sub>4</sub> y T<sub>2</sub> estadísticamente fueron iguales, a la vez el tratamiento T<sub>2</sub> fue igual estadísticamente a los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>1</sub>, pero fueron diferentes estadísticamente respecto al tratamiento T<sub>5</sub> (testigo), con un margen de error del 5 %, logrando *Cosmopolites sordidus* muertos/planta de 4 en el tratamiento T<sub>4</sub>, de 3 en los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, de 2 en el tratamiento T<sub>1</sub>.

Finalmente, en la sexta evaluación el tratamiento T<sub>4</sub> difiere estadísticamente de los tratamientos y ocupó el primer lugar, seguido de los

tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub> que estadísticamente son iguales, pero difieren del tratamiento testigo (T<sub>5</sub>) que ocupó el último lugar, alcanzando *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta de 3 en el tratamiento T<sub>4</sub>, de 2 en los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub>, de 1 en el tratamiento T<sub>1</sub> y el tratamiento T<sub>5</sub> no hubo control.

Resultados similares fue obtenido por Gil (2017) con la cepa *Beauveria bassiana* 26 causó la más alta mortalidad con 82,72% y la más rápido en el tiempo Letal medio con 9,74 días entre los tratamientos. Le siguió la cepa de *Metarhizium anisopliae* A que tuvo una mortalidad de 58,02% y un Tiempo Letal medio con 18,45 días; finalmente, la cepa que menos se destacó fue la de *Beauveria bassiana* 27 con una mortalidad de 55,56% y un tiempo Letal medio de 22,59 días.

Sin embargo, difieren con Delgado (2000), quien manifestó que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos aplicados. Al mismo tiempo determinó que los tratamientos evaluados no redujeron el número de picudo negro y el nivel de daño presente en la plantación. Se logró determinar que la plantación está siendo afectada por *C. Sordidus* asociado con nematodos; los que debilitan la planta provocando mayor caída de las mismas.

## CONCLUSIONES

- a) El entomopatógeno *Beauveria bassiana* tiene efecto significativo en la reducción del número de individuos del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar), en las condiciones agroecológicas de Monzón donde en la primera y segunda evaluación los tratamientos 2,5 g de *B. bassiana*/20 l agua (T<sub>1</sub>) y 5 g de *B. bassiana*/20 l agua, (T<sub>2</sub>) alcanzando *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta entre 5 y 4 en la primera evaluación, 3 y 4 en la segunda evaluación respectivamente, de 2 en la tercera evaluación y entre 2 y 4 en la cuarta evaluación en los tratamientos; entre 2 y 5 en la quinta evaluación y entre 1 y 2 en la sexta evaluación en los tratamientos respectivamente.
- b) El entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* tiene efecto significativo en la reducción del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar), en las condiciones agroecológicas de Monzón, donde la primera, segunda, tercera y cuarta evaluación los tratamientos 10 g de *M. anisopliae* /20 lt agua (T<sub>3</sub>) y 20 g de *M. anisopliae* / 20 l agua, (T<sub>4</sub>) logrando *Cosmopolites sordidus* muertos/planta de 5 en la primera evaluación, 4 en la segunda evaluación, 3 en la tercera evaluación y entre 4 y 5 en la cuarta evaluación en los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> respectivamente, entre 3 y 4 en la quinta evaluación 2 y 3 en la sexta evaluación en los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> respectivamente.
- c) Los entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* tienen efecto significativo en la reducción del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*), en las condiciones agroecológicas de Monzón. En la primera y segunda evaluación los tratamientos 2,5 g de *B. bassiana*/ 20 l agua, (T<sub>1</sub>) 5 g de *B. bassiana*/ 20 l agua, (T<sub>2</sub>) 10 g de *M. anisopliae* /20 l agua (T<sub>3</sub>) 20 g de *M. anisopliae* /20 l agua, (T<sub>4</sub>)

alcanzando *Cosmopolites sordidus* Germar muertos/planta de 5 en los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>3</sub> y de 4 en el tratamiento T<sub>2</sub> en la primera evaluación, asimismo en la segunda evaluación de 4 en los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>4</sub>, de 3 el tratamiento T<sub>1</sub>, de 3 en los tratamientos T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub>, de 2 en el tratamiento T<sub>1</sub> en la tercera evaluación, asimismo en la cuarta evaluación de 5 en el tratamiento T<sub>4</sub>, de 4 en los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, 2 en el tratamiento T<sub>1</sub>, en el tratamiento T<sub>5</sub> no hubo control, en la quinta evaluación de 4 en el tratamiento T<sub>4</sub>, de 3 en los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, de 2 en el tratamiento T<sub>1</sub>, en el tratamiento T<sub>5</sub> no hubo control, finalmente en la sexta evaluación de 3 en el tratamiento T<sub>4</sub>, de 2 en los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub>, de 1 en el tratamiento T<sub>1</sub>.

## RECOMENDACIONES

- a) A los agricultores involucrados en la producción del plátano en las condiciones agroecológicas en el distrito de Monzón, usar el entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* a una dosis de 20 g de *M. anisopliae* /20 l agua para el control del gorgojo negro del plátano.
- b) Profundicen la investigación en control del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus Germar*) en otros lugares, con el fin de validar los resultados obtenidos.
- c) A los estudiantes de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica realizar investigaciones sobre efecto de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* en el control del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus Germar*) con dosis diferentes a las estudiadas para ver el comportamiento de los entomopatógenos.

## LITERATURA CITADA

- Abera, MK; Gold, CS. y Kyamanywa, S. 1999. Timing and distribution of attack by the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar East African highland banana (*Musa AAA-EA*) in Uganda. *US Entomologist*: in press. s.p. Florida.
- Ajanel, A. 2003. Evaluación de tres tipos de trampa y cuatro frecuencias de recolección del picudo negro *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) en el cultivo de banano *Musa sapientum* (var. Grand nain). Tesis de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 61 p.
- Alves, SB. 1986. Controle Microbiano de Insectos, Editore Manole LTDA. Sao Paulo Brasil 1993. 125 p.
- Armijos, F. 2008. Principales Tecnologías Generadas para el Manejo del Cultivo de Banano, Plátano y otras Musáceas. Boletín Técnico. Guayas, Guayaquil, Ecuador. 64 p.
- Carballo, M. 1994. Evaluación de *Beauveria bassiana* para el control de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de campo. *Manejo Integrado de Plagas*. 31 p. 22-24.
- Castrillón, C. 2003. Situación actual del picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus* Germar) (Coleoptera: Curculionidae) en el

mundo. In: Rivas, G; 75 Rosales, F. (Eds.). Actas del Taller “Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas”, celebrado en Guayaquil, Ecuador. 11- 13 de agosto. Pp. 125-138.

Cayetano, L. 2019. *Beauveria bassiana* y barrera física en el control de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de plátano, Pichari Cusco [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. (en línea).

Consultado 12 de nov. 2019. Disponible en <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3529>

Cubillo, D.; Laprade, S. y Obrregon, M. 2008. Eficacias biológicas de cepas de *Beauveria bassiana* en el control de adultos de *Cosmopolites sordidus* (Coleóptera Curconidae), en condiciones de laboratorio y campo. In. Sandoval, J. eds. Informe Anual 2007, Departamento de Investigaciones CORBANA, S.A. San José. CR. 153-156 p.

Delgado, R. 2000. Control microbial del picudo negro *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824). Usando Hongos entomopatógenos *Baeuveria bassiana* (Bals Vuill) y *Metarhizium anisopliaea* (Metsch Sorokin) en el cultivo del plátano. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 52 p. (en línea). Consultado 15 de nov. 2019. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/1783/1/tnh20d352c.pdf>

Fancelli, M.; Souza Do Nascimento, A. y Fritzens, N., Correa, R. y De Oliveira. S. 2002. Resistencia de los genotipos diploides de banano a *Cosmopolites sordidus* Bahía, BR. (en línea). Consultado 05 de dic. 2019. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=hDh5X77fsQcC&pg=PR12&lpg=PR12&dq=La+resistencia+de+las+plantas+a+los+insectos+se+considera+como+una+estrategia+segura+y+duradera+para+el+control+de+Cosmopolites+sordidus>.



FAO 1999. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

Gil, JC. 2017. Evaluación de dos cepas de *Beauveria bassiana* (Báls.) y una cepa de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) en el control de adultos del gorgojo del banano, *Cosmopolites sordidus* (coleóptera, curculionidae) bajo condiciones de laboratorio. [Universidad Privada Antenor Orrego]. (en línea). Consultado 12 de nov. 2019. Disponible en: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3576/1/RE\\_ING.AGRON\\_JULIO.GIL\\_EVALUACION.DE.DOS.CEPAS\\_DATOS.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3576/1/RE_ING.AGRON_JULIO.GIL_EVALUACION.DE.DOS.CEPAS_DATOS.PDF)

Gold, CS. 2002. Resumen de la investigación de picudo Negro del banano en Uganda. PROMUSA. 9:10

Gold, CS.; Pena, J.; Karamura, E. 2001. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). *Integrated Pest Management Reviews*. 6: 79-155.

Gold, C; Messiaens, S. 2000. El Picudo Negro del Banano: *Cosmopolites sordidus*. *Plagas de Musa. Hoja Divulgativa No. 4*. 4 p. (en línea). Consultado 12 de nov. 2019. Disponible en: [http://www.bioversity\\_intenational.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/6\\_96\\_ES.pdf](http://www.bioversity_intenational.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/6_96_ES.pdf)

ICA. 1991. Campaña de protección del cultivo del plátano. Ministerio de Agricultura. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA Informa. XVII (1) p 32.

INIBAP. 2004. International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP, Montpellier, France. ISBN: 2 – 910810 – 69 – 0.

INIBAP. 2000. International Network for the Improvement of Banana and Plantain.

INIBAP. 2004. Bananos: alimento y riqueza. Hojas divulgativas.

Messiaen, S. 2002. Components of Strategy for the Integrated Management of the Banana Weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). Ph.D. Thesis. Leuven, UK. University of leuven. 169 p. Obtenido de Orton Catie: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A8870E/A8870E.PDF>

Muñoz, M. y Mario, F. 2001. Estudios de Población, Monitoreo y Control del Picudo Negro (*Cosmopolites Sordidus*, Germar) en el Cultivo del Plátano (*Musa AAB*). (en línea). Consultado 14 de nov. 2019. Disponible en: <https://editorialzenu.com/images/1467833541.pdf>.

Padilla, GN.; Bernal, MG.; Vélez, PE.; Montoya, EC. 2000. Caracterización patogénica y morfológica de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* obtenidos de diferentes órdenes insectiles. *Cenicafé* 51(1): 28-40 p.

Quijije, R. 2003. Desarrollo de tecnologías limpias para el manejo del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), en plátano. Tesis. Universidad de Guayaquil, ECU.

Rodríguez, A. 2006. Efecto de la aplicación de diferentes combinaciones órgano-mineral sobre la calidad del suelo pardo con carbonatos y el rendimiento del banano, cultivar 'FHIA-18' en un sistema extradenso. Trabajo de Diploma.

Solis, A. 2007. El cultivo de Plátano (genero *musa*) en México. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". División de Agronomía, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 81 p. (en línea). Consultado 22 de nov. 2019. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4956/T16494%20%20%20SOLIS%20ROSALES,%20%20ADALBERTO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

- Suárez, C; Vera, D; Williams, R; Ellis, M; Norton, G; Triviño, C; Flowers, W; Solís, K. 2001<sup>a</sup>. Integrated Pest Management, Collaborative Research Support Program IPM-CRSP (2000-2001). Eighth annual report 20012002. 472 p.
- Suarez, JE. y Suarez, LJ. 2020. Efectividad del hongo *Beauveria bassiana* en trampas para manejo del picudo del cultivo de plátano (*Cosmopolites sordidus*: Coleoptera-Curculionidae), Tonalá - Chinandega, 2019 [Universidad Nacional Agraria]. (en línea). Consultado 12 de nov. 2020. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/4075/>
- Walley, P. 1958. Ciclo de vida de *Cosmopolites sordidus* Germar 1824. Descripción de la larva de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Boletín de Entomological Research* 49: 421 – 426.
- Williams, R., Carranza, I., Cedeño, J., y Suárez, C. 2001. Integrated Pest Management, Collaborative Research Support Program IPM-CRSP (2000-2001). Effects of trapping systems and other IPM practices on the population dynamics of *Cosmopolites sordidus* on plantain in Ecuador. 472 p. Guayas, Guayaquil, Ecuador. 472 p.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. Monitoreo de la plaga**

<b>Tratamiento</b>	<b>MONITOREO / SEMANAS</b>																						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>
1	3	7	5	7	8	1	19	12	8	4	12	19	28	10	10	11	28	10	10	4	10	11	20
2	5	6	7	6	5	8	16	4	9	6	7	23	9	10	11	5	9	10	11	8	7	15	12
3	5	8	9	7	7	10	13	13	7	5	7	17	23	13	3	8	23	13	3	14	10	8	13
4	4	6	9	10	11	6	16	10	3	5	8	22	20	11	8	8	20	11	8	3	6	11	21
5	5	4	6	8	11	9	10	11	8	7	15	12	22	12	3	7	11	21	22	6	1	2	3
Sumatoria	22	31	36	38	42	34	74	50	35	27	49	93	102	56	35	39	91	65	54	35	34	47	69
Promedio	4	6	7	8	8	7	15	10	7	5	10	19	20	11	7	8	18	13	11	7	7	9	14

<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>
Promedio	4	6	7	8	8	7	15	10	7	5	10	19	20	11	7	8	18	13	11	7	7	9	14



**ANEXO 3. Panel fotográfico**

**Figura 14.** Selección del área en estudio



**Figura 15.** Desmalezamiento del área.



**Figura 16.** Delimitación de parcelas/bloques



**Figura 17.** Controladores biológicos utilizados (*Beauveria Bassiana*, *Metarhizium Anisopliae*).





**Figura 18.** Pesado de entomopatógenos *Beauveria bassiana* (2.5 g)



**Figura 19.** Pesado de entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* (20 g)



**Figura 20.** Pre evaluación del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar)



**Figura 21.** Galerías ocasionadas por picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar)



**Figura 22.** Picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar)



**Figura 23.** Dosificación de controladores biológicos *Beauveria Bassiana*



**Figura 24.** Incorporación de controladores biológicos *Beauveria bassiana* al tanque de fumigadora manual



**Figura 25.** Aplicación de controladores biológicos en horario vespertino por aspersion manual.



**Figura 26.** Aplicación de controladores biológicos en horario matutino por aspersion manual.



**Figura 27.** Aspersion en el pseudotallo del cultivo de *Musa paradisiaca*.



**Figura 28.** Supervisión de la ejecución de la tesis a cargo de la Mg. Sc Luisa Madolyn Alvarez Benaute Guayabal – Monzón



**Figura 29.** Verificación de los Bloques de la ejecución de tesis.



**Figura 30.** Verificación de los tratamientos de la ejecución de tesis.



**Figura 31.** Monitoreo del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar).



**Figura 32.** Evaluación del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar).





**Figura 33.** Captura del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar).



**Figura 34.** Plagas del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) muertos en un radio de 50 cm.



**Figura 35.** Parcela después de seis meses las evaluaciones realizadas.



**Figura 36.** Picudos negros del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) muertos.