



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Efectividad del hongo *Beauveria bassiana* en trampas
para manejo del picudo del cultivo de plátano
(*Cosmopolites sordidus*: Coleoptera-Curculionidae)
Tonalá- Chinandega, 2019

Autores

Br. Juver Edmundo Suarez Quintero
Br. Leandra Jobelky Suarez Quintero

Asesor

MSc. Víctor Monzón Ruiz

Managua, Nicaragua

Marzo, 2020



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Efectividad del hongo *Beauveria bassiana* en trampas
para manejo del picudo del cultivo de plátano
(*Cosmopolites sordidus*: Coleoptera-Curculionidae)
Tonalá- Chinandega, 2019

Autores

Br. Juver Edmundo Suarez Quintero
Br. Leandra Jobelky Suarez Quintero

Asesor

MSc. Víctor Monzón Ruiz

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador
como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Marzo, 2020

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente

Secretario

Vocal

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de culminación de estudio primeramente a DIOS por darme el don de la vida, por la fortaleza, perseverancia y sabiduría que nos brindó durante este largo periodo de estudio y permitírnos culminar con éxito nuestra carrera.

A nuestros queridos padres Diógenes Ricardo Suarez Galeano y Mayra Luz Quintero Calderón por su cariño, amor comprensión en todo momento y confianza que nos brindaron.

A nuestros compañeros de clase y amigos por su apoyo brindado, para lograr cumplir juntos nuestras metas en la formación profesional.

Br. Leandra Jobelky Suarez Quintero

Br. Juver Edmundo Suarez Quintero

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso quien nos ha dado la vida, salud, sabiduría para enfrentar cada circunstancia y lograr con éxito nuestra carrera profesional.

A nuestros padres Diógenes Ricardo Suarez Galeano y Mayra luz Quintero Calderón por todos sus esfuerzos, dedicación, apoyo incondicional, su confianza, comprensión y consejos en los momentos difíciles de nuestras vidas.

A nuestros hermanos Yarling Suarez, Yaris Suarez, Yorlin Suarez, Jodelka Suarez y Yerrick Suarez por su gran apoyo, cariño y confianza que nos han brindado en momentos difíciles y también estar ahí en los momentos más importantes de nuestras vidas.

A nuestro Asesor; MSc. Víctor Monzón Ruiz por compartir sus conocimientos, tiempo, dedicación y brindarnos su confianza en el transcurso de este trabajo, logrando culminar con éxito nuestra carrera profesional.

A cada uno de los docentes que nos brindaron su apoyo y nos guiaron durante nuestra formación académica.

A nuestros compañeros de clase, por estar presentes en cada uno de esos momentos y convivir dentro y fuera del salón de clase, compartir momentos de alegrías, tristezas durante estos cinco años y que de una u otra manera estuvieron a nuestros lados apoyándonos durante nuestra formación profesional.

Al proyecto financiado por la Unión Europea, a través de amigos de la tierra en convenio con nuestra alma mater Universidad Nacional Agraria.

Br. Juver Edmundo Suarez Quintero

Br. Leandra Jobelky Suarez Quintero

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Origen e importancia	4
3.2 Producción de plátano en Nicaragua	5
3.3 Condiciones agroecológica	6
3.4 Problemas fitosanitarios	8
3.5 Picudo negro	9
3.5.1 Ciclo biológico del <i>C. sordidus</i>	9
3.5.2 Ciclo biológico del picudo negro (<i>C. sordidus</i>) del plátano	10
3.5.3 Síntomas causados por el picudo negro en el cultivo del plátano	11
3.5.4 Rango de hospederos	11
3.5.5 Clasificación del picudo negro (CAB Internacional, 1999)	12
3.6 Manejo biológico del picudo	12
3.6.1 <i>Beauveria bassiana</i>	12
3.6.2 Taxonomía (National Center for Biotechnology Information, 2014 (NCBI)	13
3.6.3 .Modo de acción	13

3.6.4 Aplicación del hongo <i>B. bassiana</i>	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1 Localización del experimento	16
4.2 Diseño metodológico	16
4.3 Descripción de los tratamientos	16
4.4 Variables evaluadas	18
4.4.1 Variables fitosanitaria	19
4.4.2 Variables de rendimiento	19
4.5 Manejo agronómico	19
4.6 Análisis estadístico.	20
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1 Comportamiento de la fluctuación poblacional del picudo negro del plátano	21
5.2 Porcentaje de picudos colonizados por tratamientos	22
5.3 Número de manos por racimos y dedos totales cosechados, Tonalá-Chinandega 2019	23
5.4 Promedio de longitud de los dedos de plátano, Tonalá-Chinandega, 2019	24
5.5 Promedio de diámetro de dedo de plátano, Tonalá-Chinandega, 2019	25
5.6 Peso promedio de los dedos totales, Tonalá-Chinandega, 2019	26
5.7 Análisis económico de los tratamientos	27
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIÓN	33
VIII. LITERATURA CITADA	34
IV. ANEXOS	42

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Descripción de los tratamientos evaluados	17
2.	Número de manos por racimo y dedos totales cosechado en los cuatro tratamientos Tonalá Chinandega 2019	23
3.	Producción económica (C\$) para los cuatro tratamientos por hectárea, Tonalá Chinandega 2019	28
4.	Costo de producción para los cuatro tratamientos, Tonalá Chinandega, 2019	29
5.	Beneficio bruto de los cuatro tratamientos con el menor costo variable para el cultivo de plátano, Tonalá Chinandega, 2019	30
6.	Beneficio neto de los cuatro tratamientos con el menor costo variable para el cultivo de plátano, Tonalá Chinandega, 2019	31

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Fluctuación poblacional del promedio de picudos de plátano en las diferentes fechas de muestreo en la finca de estudio en el departamento de Chinandega, entre los meses de diciembre 2018 a Julio del 2019	21
2.	Efectividad de las diferentes formulaciones de <i>Beauveria bassiana</i> sobre el picudo del plátano	22
3.	Longitud promedio de dedos totales	25
4.	Diámetro promedio de dedos totales	26
5.	Peso promedio de dedos totales	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Plano de campo de los tratamientos de <i>Beauveria bassiana</i> , Tonalá-Chinandega 2019	42
2.	Análisis de la ANDEVA de promedio de número de picudos, Tonalá-Chinandega, 2019	42
3.	Promedio de número de picudo por tratamiento, Tonalá-Chinandega 2019	43
4.	Análisis de la ANDEVA sobre Promedio del número de manos por racimo y dedos totales, Tonalá-Chinandega, 2019	43
5.	Análisis de la ANDEVA sobre Promedio de número de dedos totales, Tonalá-Chinandega, 2019	43
6.	Análisis de la ANDEVA sobre Promedio de longitud de dedos, Tonalá-Chinandega, 2019	44
7.	Análisis de la ANDEVA sobre Promedio de diámetro de dedos, Tonalá-Chinandega, 2019	44
8.	Análisis de la ANDEVA sobre Promedio de peso de dedos, Tonalá-Chinandega, 2019	44
9.	Trampas de disco obtenido deseudotallo de una planta de plátano fresco con 12 cm de diámetro y 6 cm de altura	45
10.	Picudo negro (<i>cosmopolites sordidus</i>) colocado en cámara húmeda	45
11.	Diámetro del dedo tomado con calibrador de variable con escala de 0-5 cm	46
12.	Longitud del dedo tomada con calibrador de cinta plástica cristal de polietileno, con capacidad de 0 a 30 cm	46
13.	Peso del dedo tomada con balanza electrónica Scout Pro DHAUS con capacidad de 4000 g	46

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la efectividad del hongo *Beauveria bassiana* aplicado en trampas para el manejo del picudo de plátano (*Cosmopolites sordidus*) se realizó el estudio en la finca del productor Felipe Palma en el municipio de Tonalá departamento de Chinandega. El estudio se estableció durante los meses de enero a junio 2019. Se evaluaron cuatro tratamientos con tres repeticiones y fueron: *Beauveria bassiana* en líquido, *Beauveria bassiana* en polvo mojable, *Beauveria bassiana* granulado en sustrato de arroz, Químico Jade®. Las aplicaciones de los tratamientos se hicieron a los 15 días de haber colocado las trampas. La dosis de *Beauveria bassiana* fue 300 g o ml/ha concentración de 1×10^{12} conidias/ha. Las variables evaluadas fueron población de *Cosmopolites sordidus*, número de picudos afectados con *Beauveria bassiana* y el rendimiento (kg/ha). 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®. La mayor población de *Cosmopolites sordidus* se presentó a inicio del mes de abril en el tratamiento *Beauveria* polvo mojable y la menor población se obtuvo a inicio del mes de junio en los tratamientos de *Beauveria bassiana* polvo mojable y líquido. El mejor producto para el manejo de *Cosmopolites sordidus* utilizando trampas fue *Beauveria bassiana* en granulado. 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.

Palabras clave: Entomopatógenos, polvo mojable, formulaciones, rendimiento.

ABSCTRACT

In order to evaluate the effectiveness of the *Beauveria bassiana* fungus applied in traps for the management of plantain weevil (*Cosmopolites sordidus*), the study was carried out in the farm of the producer Felipe Palma in the municipality of Tonalá department of Chinandega. The study was established during the months of January to June 2019. Four treatments with three repetitions were evaluated and were: *Beauveria bassiana* in liquid, *Beauveria bassiana* in wettable powder, *Beauveria bassiana* granulated in rice substrate, Chemical Jade®. The applications of the treatments were made 15 days after having placed the traps. The dose of *Beauveria bassiana* was 300 g or ml / h at a concentration of 1×10^{12} conidia / ha. The variables evaluated were *Cosmopolites sordidus* population, number of billfishes affected with *Beauveria bassiana* and yield (kg / ha). The *Beauveria bassiana* fungus in liquid presented the best results maintaining the lowest population levels of *Cosmopolites sordidus* followed by the *Beauveria bassiana* treatment in granules and the least effective treatment was *Beauveria bassiana* in solid, followed by the Jade® Chemical treatment. *Cosmopolites sordidus* was presented at the beginning of April in the treatment of granulated *Beauveria bassiana* and the smallest population was obtained at the beginning of June in the treatments of *Beauveria bassiana* wettable and liquid powder. The best product for handling *Cosmopolites sordidus* using traps was *Beauveria bassiana* in granules. The product that recorded the longest finger length was the *Beauveria bassiana* treatment in granules and the shortest length was presented in the *Beauveria bassiana* treatment in liquid, the number of hands per cluster was the same in all treatments, the total fingers per cluster was higher in *Beauveria bassiana* treatments in wettable powder, followed by *Beauveria bassiana* in granules, the highest finger weight was recorded in Jade® Chemical and the lowest finger weight in *Beauveria bassiana* in liquid and the largest finger diameter was recorded in Jade® chemical and the minor in *Beauveria bassiana* wettable powder.

Keywords: Entomopathogens, wettable powder, plantain, formulations, yield

I. INTRODUCCIÓN

El plátano (*musa paradisiaca* L) es considerado el principal cultivo de las regiones húmedas y cálidas del suroeste asiático. Los consumidores del hemisferio norte lo aprecian como postre, sin embargo, en muchos países tropicales y subtropicales constituye una parte esencial de la dieta diaria de sus habitantes (Secretaría de Económica, 2012).

Según el MAG (2018) la demanda mundial de plátano, se concentró en un 82% en los 10 principales países importadores, encabeza el listado Estados Unidos (30%) y Unión Europea (27%). Las plantaciones o área sembrada de plátano en Nicaragua en el ciclo 2016/2017 fue de 18,689 ha⁻¹ y 16, 800 área cosechada, obteniéndose una producción de 636 millones de unidades.

Las musáceas que más se cultivan en Nicaragua son el plátano cuerno enano y cuerno gigante, con buena aceptación en el mercado nacional. Sin embargo, se ha tenido reducciones drásticas en los rendimientos, causando pérdidas a los agricultores, debido al uso de semilla de mala calidad, al ataque de plagas como el picudo (*Cosmopolites sordidus*), nematodos (*Rodophulus similis*) y enfermedades como la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*) y Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum*) (Alemán *et al.*, 1994)., prácticas deficientes de fertilización y manejo de cultivos, esto se debe que la mayoría de la producción de plátano se encuentra en los pequeños productores el cual viven en lugares marginales y de escasos recursos (IICA, 2004).

El picudo negro es considerado una de las plagas más importante del plátano y otras musáceas en la mayoría de los países tropicales y subtropicales (Castrillón Arias, 2004). El picudo es originario del Sudeste de Asia, probablemente de la región Indo Malaya (Malasia, Java y Borneo). Presenta una dispersión pantropical por todas las regiones donde se cultivan plátanos (Gold *et al.*, 1994). En la región del Caribe, incluyendo Florida y América Central, las pérdidas que ocasiona el picudo negro en los cultivos de banano y plátano son del 30 al 90% en áreas excesivamente infestadas (Castrillon y Herrera, 1980).

El picudo negro y el picudo rayado del banano han mostrado la habilidad de desarrollar resistencia a la mayoría de los insecticidas (Gold y Messiaen, 2000). El control de esta plaga se basa, principalmente, en el uso intensivo de insecticidas, lo cual causa efectos negativos,

como inducción de resistencia, emergencia de plagas secundarias, reducción de las poblaciones de insectos benéficos, así como problemas ambientales y de salud humana, lo que, aunado al incremento en los costos de desarrollo de nuevas plagas, esto hace que los países busquen alternativas de manejo del picudo como el control biológico (Carballo, 2001).

La demanda y creciente necesidad de contrarrestar los daños ocasionados por plaguicidas sintéticos, se plantea como alternativa el desarrollo de nuevas formulaciones de bioplaguicidas que permitan una mayor viabilidad del producto en la interacción con los factores medio ambientales, así como la fácil aplicación y eficacia y que a su vez los costos de producción sean mínimos en comparación con otros productos formulados. (Espinoza Ruiz y Vallejos Treminio, 2016)

El proceso para desarrollar un entomopatógeno, es esencial para obtener un bioplaguicida efectivo debido a que los elementos constituyentes del producto impactan directamente en la viabilidad de las conidias del hongo. En el proceso de formulación la condición de garantizar que las conidias sean almacenadas con el menor contenido de humedad permite prolongar la viabilidad del producto en condiciones de almacenamiento, además los materiales inertes empleados en la elaboración de las formulaciones protegen a las conidias de las condiciones ambientales desfavorables; la única forma de lograr mantener productos a temperatura ambiente sin afectar su viabilidad es mediante la preparación de formulaciones adecuadas (Mata, 2008).

Este estudio se realizó con el propósito de evaluar la efectividad del hongo *Beauveria bassiana* a base de materiales inertes sólidos, granulado y líquidos, sobre el manejo del picudo del plátano (*C. sordidus*); de esta manera contribuir a la disponibilidad de información referente sobre el uso de bioplaguicidas de una forma eficiente, económica y amigable con el ambiente, logrando de esta manera beneficiar directa e indirectamente a los productores que dependen de la explotación de este rubro.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la efectividad del hongo *Beauveria bassiana* aplicado en trampa para el manejo del picudo de plátano (*Cosmopolites sordidus*) en el municipio de Tonalá departamento de Chinandega

2.2. Objetivos Específicos

Describir la fluctuación poblacional del picudo de plátano en periodo de verano en la zona de Tonalá-Chinandega

Estimar la efectividad de *Beauveria bassiana* aplicado en trampa para el manejo del picudo de plátano

Determinar rendimiento y rentabilidad del cultivo de plátano a través de un análisis de beneficio costo

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Origen e importancia del plátano

El plátano (*Musa spp*) es una fruta tropical originada en el suroeste asiático, perteneciente a la familia de las musáceas, es un híbrido triploide de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* (Simmonds, 1962). El plátano se cultivó al sur de la india alrededor del siglo V antes de Cristo. Fue introducido posiblemente en África del este y el oeste, entre los años 1,000 y 1,500 de la era cristiana. Finalmente llegó al Caribe y Latinoamérica, poco después del descubrimiento del continente americano (FAO, 2002).

El plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, maíz y trigo. Constituye una parte esencial de la dieta diaria para los habitantes de más de cien países tropicales y subtropicales. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, constituye una importante fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo. Latinoamérica y El Caribe producen el mayor porcentaje comercializado en el mundo (IICA, 2009).

Según el MIFIC (2009) y Fundación Produce de Guerrero A.C, (2012). La producción mundial de plátano está en manos de los países en vías de desarrollo, principalmente en aquellos países que se encuentran en África, Centroamérica y el Caribe, en donde se lleva cabo cerca del 98% de la producción mundial. El 1% de la producción es destinada al comercio global debido a la alta demanda interna, siendo los principales mercados Estados Unidos y Europa.

El plátano es un producto tropical de gran importancia económica y de seguridad alimentaria en la región centroamericana. Es un fruto que se produce en las regiones de poco desarrollo industrial, y se comercializa en fresco y en menor escala, como producto procesado (MIFIC, 2007). Los bananos, plátanos y otras musáceas comestibles han sido utilizados como alimento por miles de años, siendo unos de los primeros frutales cultivados por el hombre (Gold y Messiaen, 2000).

3.2 Producción de plátano en Nicaragua

Las principales variedades que se cultivan en el país son: cuerno (macho) gigante y cuerno enano; ya que estos son productos resistentes al manejo rústico y durante el transporte o manejo a granel no se generan pérdidas significativas (CPML, 2012).

Según Centro de Producción Más Limpia (2012), en Nicaragua el cultivo de plátano (musáceas) se estima en 10,000 hectáreas distribuidas en los departamentos de: Masaya, Granada, León, Chinandega y Rivas; el 85% de las hectáreas (8,500 ha⁻¹) se concentran en el departamento de Rivas y el 41% concentrándose en la Isla de Ometepe con (3,500 ha⁻¹). A nivel nacional existen alrededor de 4,102 productores de plátanos (variedades: Criollo, plátano gigante, plátano enano, guineo cuadrado y cemsa ³/₄), donde el 25% de los productores (1,020) se ubican en la Isla de Ometepe.

El plátano tiene gran importancia para nuestro país, es una fuente importante de alimento, así como una fuente de ingresos económicos para pequeños y medianos productores. El fruto es rico en hidratos de carbono. Se consume de diversas formas; en tajadas fritas, bastimento (cocidos), maduros fritos y puré para niños (Jiménez, 2016).

Sin embargo, los ingresos que este cultivo proporciona son amenazados por un conjunto de plagas que afectan el anclaje y el área foliar de la planta, como: los fitonematodos, el picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*), la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), el gusano tornillo (*Castniomera spp.*), el moko (*Ralstonia solanacearum*) y la pudrición bacterial del pseudotallo (*Erwinia carotovora*) (Giménez *et al.*, 2006).

En Nicaragua, el plátano es uno de los productos básicos de la dieta familiar. Su cultivo y producción son actividades generadoras de ingresos y empleo. Las exportaciones nicaragüenses de plátano están dirigidas al mercado Centroamericano (Costa Rica, El Salvador y Honduras), Puerto Rico y Estados Unidos. La producción del plátano genera ingresos de corto plazo al productor, y empleos permanentes en las actividades de manejo de la plantación (Cadena Agroindustrial del Plátano s. f.).

El plátano es un cultivo potencialmente de alta rentabilidad, con aceptables índices de producción y calidad, representa un rubro alternativo de exportación en la región,

principalmente para el mercado Centroamericano (El Salvador y Honduras) en donde es utilizado como materia prima (fruta fresca y pelada) para la elaboración de diferentes productos transformados como: Chips, tostones y tajadas de plátano verde, maduros, horneados o fritos y harina de plátano para alimento infantil, otros países de destino de las exportaciones han sido Estados Unidos y Canadá, en donde se ha comercializado como fruta para consumo fresco (Carcache y Blanco, 2007).

Uno de los problemas globales que enfrenta el cultivo es el poco desarrollo tecnológico en los diferentes eslabones del proceso productivo de este rubro, pues como se ha podido identificar en diferentes estudios como: Estudio de brechas tecnológicas en el cultivo del plátano de Rivas (Monterrey y Lacayo, 2005), Cadena agroindustrial del plátano (IICA, 2004), entre otros, los cuales se muestran que la distribución de la producción se encuentra en manos de pequeños agricultores ubicados en zonas con suelos marginales, con prácticas deficientes de fertilización e ineficiencia manejo de riego, cultivo y plagas, lo que ha repercutido en altas incidencias de problemas fitosanitarios y baja rentabilidad del rubro (Carcache y Blanco, 2007).

3.3 Condiciones agroecológicas

Según Fallas Monge *et al.*, (2007) las condiciones agroecológicas requeridas para el cultivo del plátano son las siguientes.

3.3.1 Altitud

El plátano es una planta que se adapta a regiones tropicales que poseen un clima húmedo y cálido. La altitud apta para su siembra es de 0 a 400 msnm, moderado de los 400 a 800 msnm y no apto para los 800 msnm.

3.3.2 Temperatura

La temperatura óptima para un buen desarrollo del cultivo es entre los 20°C y 30°C, la moderada de 30°C y 35°C y no apto inferior a 20°C y mayor a 35°C.

3.3.3 Precipitación

Por su amplio follaje y su rápido crecimiento, requiere de abundante agua para su adecuado desarrollo. Se recomienda cultivar en aquellas zonas cuya precipitación oscila entre 1800 y 3600 mm de promedio anual, la moderada oscila entre 1200 a 1800 mm y 3600 a 4600 mm y la precipitación no apta es menos a 1200 mm y mayor 4600 mm anuales.

3.3.4 Vientos

No se recomienda establecer plantaciones en aquellas áreas expuestas a velocidades de viento mayores a 30 kilómetros por hora, ¿siendo uno de los efectos negativos el desgarre de los semilimbos de las hojas y volcamiento de las plantas; La velocidad apta para el cultivo es inferior a 15 km. /h y el moderado oscila entre 15 km/h y 30 km/h.

3.3.5 Brillo solar

La planta necesita un promedio diario de cuatro a seis horas de brillo solar; si las condiciones no se dan bajo este rango se afecta el crecimiento de la planta, los dedos se desarrollan cortos y las plantas presentan mayor crecimiento. Cuando la radiación es mayor (época seca) hay una influencia directa en el desarrollo y crecimiento de la planta, las pariciones son más tempranas y en grado de corta mejor, asimismo la incidencia y la severidad de la sigatoka negra es menor.

3.3.6 Humedad relativa

La humedad relativa apta para el desarrollo del cultivo es de 70 a 80 %, el moderado es de 80 % a 90 % y no apto mayor de 90%.

3.3.7 Pendiente

Es recomendable establecer las plantaciones en suelos con topografía plana con pendientes de 0% a 3%, la moderada de 3% a 8% y la no apta son aquellas pendientes superiores a 8%.

3.3.8 Profundidad efectiva

Los suelos aptos son aquellos con una profundidad efectiva mayor a 90 cm., los moderados de 60 a 90 cm. y los no aptos menores a 60 cm. de profundidad.

3.3.9 Textura

Los suelos con texturas aptas son los francos, franco limoso, franco arcilloso limosa, franco arenoso fina con buena retención de humedad (porosidad y capilaridad óptima), los moderados son las texturas finas (menor a 60% de arcilla) o moderadamente finas y los suelos no aptos son las texturas muy finas o moderadamente gruesas.

3.3.10 Drenaje

Los suelos aptos para la siembra del plátano son aquellos que presentan el drenaje natural bueno, los moderados presentan el drenaje moderadamente lento o moderadamente excesivo y los no aptos tienen el drenaje lento o excesivo.

3.3.11 Pedregosidad

Los suelos que no presentan pedregosidad (menor a 5%) son los aptos para el cultivo, los moderados son los ligeramente pedregoso y los no aptos son los pedregosos o muy pedregosos (mayor al 15%).

3.3.12 Reacción del suelo (pH)

El pH óptimo es de 6.0 a 7.0, el moderado es de 4.5 a 6.0 y de 7.0 a 8.0 y el pH no apto es inferior a 4.5 y mayor a 8.0.

3.4 Problemas fitosanitarios

El cultivo del plátano presenta problemas fitosanitarios causados por plagas o enfermedades, cuya incidencia y grado de afectación dependen de las condiciones ambientales y del manejo del cultivo. El reconocimiento de estos factores fitosanitarios y los diferentes métodos de control: cultural, biológico y químico., el manejo integrado de plagas y enfermedades se encamina a lograr una producción sostenible, al implementar armónicamente prácticas o métodos de control, considerando las variables ambientales, sociales y tecnológicas, con lo que se pretende preservar, para el disfrute de las generaciones venideras, los recursos sobre los cuales se sustenta la producción (Asociación de Bananeros de Colombia, Augura, Proyecto Repcar, 2009).

Es importante reconocer las diferentes especies que atacan y defienden estos cultivos, sus hábitos y las prácticas de manejo para mantener las poblaciones dañinas por debajo de los niveles económicos de daño, haciendo uso del Manejo Integrado para afectar el ambiente lo menos posible (Osorno y Mejía, s. f.).

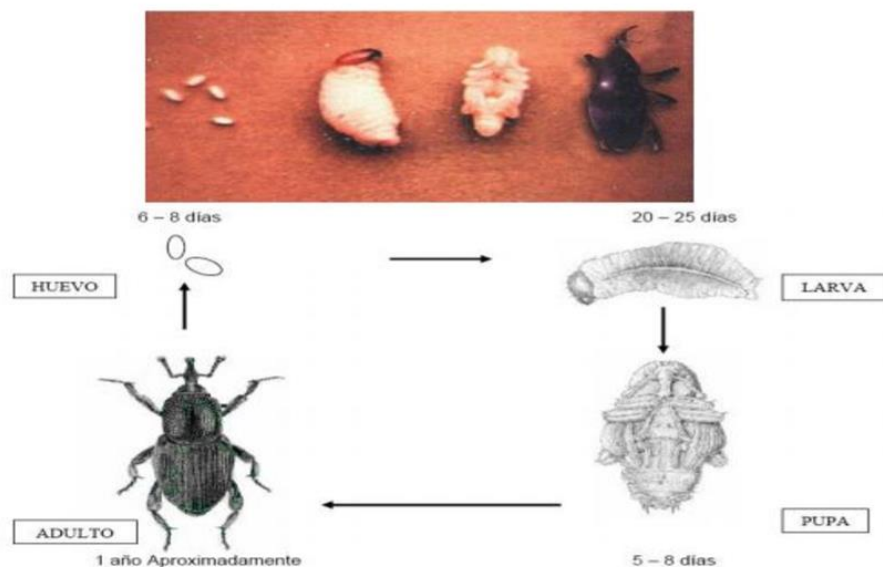
3.5 Picudo negro

El picudo negro del banano *C. sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae) es una plaga importante del banano, plátano. El picudo adulto es negro y mide 10-15 mm. Vive libremente, aunque es más común encontrarlo entre las vainas foliares, en el suelo en la base de la mata o asociado con los residuos del cultivo. El picudo es activo de noche y muy susceptible a la desecación. Los adultos pueden permanecer en la misma mata por largos períodos de tiempo, y sólo una pequeña parte de ellos podrá moverse a una distancia mayor de 25 m durante un período de 6 meses. Los picudos vuelan raramente (Gold y Messiaen, 2000). La diseminación ocurre principalmente a través del material de plantación infestado.

3.5.1 Ciclo biológico del *Cosmopolites. sordidus*

El picudo negro, pasa por cuatro estados biológicos, huevo, larva, pupa y adulto, y es la larva la responsable de realizar todo el daño, la hembra del adulto es la encargada de poner de 60 a 100 huevos en todo su ciclo, en las heridas del cormo o cepas. Es la principal plaga del cultivo ya que ataca únicamente el cormo, perforándolo y consumiéndolo, generando limitaciones para la absorción de agua y nutrientes, afectación de yemas, amarillamiento y debilitamiento del pseudotallo (Rivera Restrepo, 2011).

3.5.2 Ciclo biológico del picudo negro (*C. sordidus*) del plátano (Matute, 1999; Treverrow, 1983).



Los picudos negros adultos son atraídos por las sustancias volátiles emanadas de las plantas hospederas. Los rizomas cortados presentan una atracción especial. Por lo tanto, puede ser difícil establecer un nuevo cultivo en campos infestados anteriormente o cerca de los campos severamente infestados. Los picudos negros del banano son atraídos por los rizomas cortados, lo que convierte a los retoños que se utilizan como material de plantación especialmente susceptibles al ataque. Se han registrado pérdidas de más de 40% del cultivo debido al picudo negro del banano (Romero, 2015).

El picudo negro causa daños directo e indirecto, el directo es cuando realiza perforaciones en el cormo y pseudotallo, destruye el sistema radical, impide mayor anclaje, debilitando a las plantas, las cuales tienden a camarse con facilidad provocando pérdidas en los rendimientos, además impide que se desarrollen nuevas yemas vegetativas y hojas con lo cual el periodo de vida de la plantación será menor. Por las heridas o galerías causadas en el cormo se introducen microorganismos patógenos que alteran el normal desarrollo de la planta, pudiendo incluso causar pudriciones y hasta la muerte de esta, esto viene a ser el daño indirecto (Monserrate, 2010).

El picudo negro por su acción directa o por la intervención de microorganismos, manifiesta un detrimento en el número de manos por racimo, volcamiento, disminución del peso hasta en un 60 % y la pérdida total del cultivo en casos severos (Castrillon, 2000).

El ataque del picudo inhibe el desarrollo normal de las raíces, limitando la absorción de los nutrimentos, reduciendo el vigor de las plantas, retrasando la floración y las plantas fuertemente atacadas son más susceptibles a otras plagas y enfermedades (Góld y Messiaens, 2000).

3.5.3 Síntomas causados por el picudo negro en el cultivo del plátano

El ataque del picudo negro interfiere con la iniciación de las raíces, mata las raíces existentes, limita la absorción de nutrientes, reduce el vigor de las plantas, demora la floración y aumenta la susceptibilidad a plagas y enfermedades. Las reducciones de rendimiento son causadas tanto por la pérdida de plantas (muerte de las plantas, el rompimiento de los rizomas, volcamiento), o 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).

3.5.4 Rango de hospederos

Los hospederos del insecto fueron determinados por Abera *et al.*, (1999), estableciendo que *C. sordidus* daña especies de *M. sapientum* y *Ensete ventricosum*. El picudo afecta a la planta hospedera en pie en todas sus etapas, incluyendo los residuos del cultivo, ya cortados. Los rizomas cortados, son especialmente atractivos para los picudos del banano. Por lo tanto, los brotes desprendidos, utilizados como “mulch” pueden ser especialmente vulnerables al ataque y permitir el incremento de la plaga. Los huevos tienden a ser depositados en los pseudotallos y, en segundo lugar, en el rizoma.

La plaga puede atacar en cualquier estado de desarrollo de la planta, las larvas se alimentan y desarrollan dentro de la cepa (rizoma o bulbo), formando galerías o túneles, los síntomas se manifiestan con amarillamiento de las hojas, debilidad, poco desarrollo de la planta y formación de racimos defectuosos (Carmona, 2008).

Según Vilardebo (1973), la presencia de un nivel de daño entre 0-5%, se considera aceptable para la finca; cuando este daño supera el 5%, se considera una alerta; cuando alcanza el 10%, se debe recurrir al combate químico usando dosis mínimas de agroquímicos. Si ese daño supera el 20%, el combate químico y cualquier otro método de control es ya inútil, pues los

daños ocasionados al cultivo son irreversibles y económicamente la plantación no es rentable, debido al aumento de los daños que son provocados por el efecto de la alta incidencia poblacional de larvas del insecto en los cormos de la plantación de plátano, aplicable también a las plantaciones de banano.

3.5.5 Clasificación del picudo negro (CAB Internacional, 1999)

Reino : Animalia

Phylum : Arthropoda

Clase : Insecta

Orden : Coleóptera

Familia : Curculionidae

Género : *Cosmopolites*

Especie : *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824)

El picudo negro afecta la planta de plátano durante todo su ciclo de vida, al hacer túneles en la cepa y afecta los haces vasculares de la planta. Las prácticas de manejo a considerarse para disminuir las poblaciones son : eliminar residuos de cosecha y cormos, cortar los pseudotallos de las plantas cosechadas en pequeños trozos y esparcirlos en la plantación, , mantener la plantación libre de malezas, fertilización adecuada y monitorear plantas afectadas para su destrucción, utilizar semillas sanas, construir trampas con residuos cepas y pseudotallos para la captura de adultos, usar control microbial a base de hongos como *Beauveria bassiana* y *Matarhizium anisopliae*, los cuales se desarrollan en larvas, pupas y adultos (Carmona, 2008).

3.6 Manejo biológico del picudo

3.6.1 Hongo *Beauveria bassiana*

Dentro de los agentes de control biológico más prometedores se encuentra la del hongo entomopatógeno (*B. bassiana*). Varios autores han evaluado su acción en el control del picudo negro de la platanera, obteniendo buenos resultados en países como Costa Rica, Venezuela, Francia, Colombia, Uganda y Cuba (Batista Filho, 1989; Castiñeiras, 1990; Castrillón, 1992; Rojas y Gotilla, 1992; Sirjusingh *et al.*, 1992; Tinzaara *et al.*, 2007).

El hongo *B. bassiana* es considerado uno de los agentes de control biológico con mejor eficiencia en el sector agrícola. Existen experiencias de todas partes del mundo en el control exitoso de varios tipos de plagas, que causan daño y grandes pérdidas en el sector (Chiriboga *et al.*, 2015).

3.6.2 Taxonomía de acuerdo a National Center for Biotechnology Information, 2014 (NCBI)

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Pezizomycotina

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Cordycipitaceae

Género: Beauveria

Especie: *Beauveria bassiana* (Vuillemin, 1912)

3.6.3 Modo de acción

Las esporas de este hongo entran en contacto con la cutícula del insecto, germinando y penetrando en su cavidad interna atacando los tejidos grasos y los órganos, por lo que el insecto deja de alimentarse y muere al cabo de unos días (4-10 días después de la infección). Su eficacia en condiciones de campo depende de varios factores, tales como: patogenicidad de la cepa, sustrato, conservación y aplicación del producto, estado de desarrollo del insecto, temperatura, humedad y radiación solar (Perera González *et al.*, 2011).

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 (Senasa, s. f.). Según Intagri (s. f.) Establece que el desarrollo del hongo se puede dividir hasta en ocho etapas mismas.

Adhesión: El primer contacto entre el hongo entomopatógeno y el insecto sucede cuando la espora (conidio) es depositada en la superficie del insecto.

Germinación: El conidio inicia el desarrollo de su tubo germinativo y un órgano sujetador (llamado apresorio), que le permite fijarse a la superficie del insecto. Para una germinación adecuada se requiere una humedad relativa del 92 % y temperatura de entre 23 a 25°C.

Penetración: Después de la fijación mediante mecanismos físicos (acción de presión sobre la superficie de contacto) y químicos (acción de enzimas: proteasas, lipasas y quitinasas), el hongo ingresa en el insecto a través de las partes blandas.

Producción de toxinas: Dentro del insecto, el hongo ramifica sus estructuras y coloniza las cavidades de hospedante. Produce la toxina llamada Beauvericina que ayuda a romper el sistema inmunológico del patógeno, lo que facilita la invasión del hongo a todos los tejidos. Otras toxinas que secreta son beauvericin, beauverolides, bassianolide, isarolides, ácido oxálico y los pigmentos tenellina y bassianina que han mostrado cierta actividad insecticida. El propósito de las toxinas es evitar el ataque a las estructuras invasivas del hongo.

Muerte del insecto: Muerte del patógeno y marca fin de la fase parasítica, dando así inicio a la fase saprofíticas.

Multiplicación y crecimiento: Después de la muerte del insecto, el hongo multiplica sus unidades infectivas (hifas) y estas de manera simultánea crecen, terminando por invadir todos los tejidos del insecto y haciéndose resistente a la descomposición, aparentemente por los antibióticos segregados por el hongo. Después de la completa invasión, el desarrollo posterior del hongo sobre el insecto depende de la humedad relativa, y en caso de no contar con las condiciones idóneas el insecto permanece con apariencia de momia.

Penetración del interior hacia el exterior: Solo si las condiciones ambientales lo permiten el hongo penetra las partes blandas del insecto y emerge hacia el exterior.

Producción de nuevas unidades reproductivas: Al contar con las condiciones para su desarrollo inicia la producción de nuevas unidades reproductivas o conidios.

3.6.4 Aplicación del hongo *Beauveria bassiana*

El hongo *Beauveria bassiana* debe aplicarse bajo condiciones propicias para su desarrollo, es decir deben prevalecer condiciones idóneas de medio ambiente, con temperaturas 23⁰c a 25 ⁰c y humedad relativa de 92% y la presencia de hospederos (plaga objetivo), las formas de aplicación suelen ser :mediante aplicaciones foliares siendo la más común, usando formulaciones líquidas o sólidas; uso de trampas con hongo entomopatógenos adicionando feromonas como atrayentes y a través de riego en drench. Para que *Beauveria bassiana* actúe requiere ponerse en contacto con el insecto, de otra manera no tendrá acción alguna (Intagri, s. f.).

Las formulaciones son el proceso mediante el cual el ingrediente activo ya sea conidias o micelio se mezcla con ciertos materiales inertes, tales como vehículos, solventes, emulsificantes o gelificantes, y otros aditivos que pueden ser nutrientes o estimulantes. Estos materiales favorecen la longevidad del hongo ya sea protegiéndolo del medio ambiente, aumentando su vida útil o mejorando su viabilidad y ayudan a su desarrollo una vez aplicado en el suelo, estas formulaciones deben cumplir con ciertos requisitos, tales como no afectar la actividad del hongo, no tener actividad biológica sobre animales, plantas o insectos benéficos, ser inocuos para el medio ambiente, y presentar características físico-químicas adecuadas para mezclarse con el ingrediente activo (Urtubia y Francés, 2007).

El objetivo de una formulación es preparar una combinación de ingredientes de forma tal que el principio activo se mantenga estable, efectivo y fácil de aplicar. Una de las principales desventajas de los productos microbiológicos para el control de plagas es el efecto negativo de las condiciones ambientales, lo cual afecta su estabilidad y eficacia. Esta desventaja puede ser resuelta en gran medida mediante la preparación de formulaciones para lo cual el ingrediente activo una vez obtenido se mezcla con los diferentes componentes. (Bateman, *et al.*, 1999, Devotto y Gerding, 2003).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización del experimento

La investigación se realizó en el año 2019, en plantaciones de plátano en el municipio de Tonalá del departamento de Chinandega, ubicado a 170 km de la capital, Managua. Para el estudio se seleccionó la finca del productor Felipe Palma. La zona presenta temperatura promedio de 27°C, humedad relativa de 70-80%, precipitación anual de 800-1500 mm, altitud de 10 msnm, predominan los suelos francos arcillosos-arenosos con pH de 6-7, la finca está ubicada entre las coordenadas 12°46'3.36" de latitud Norte y 87°8'0.24" de longitud Oeste (Ficha Municipal de Tonalá, 2015).

4.2 Diseño metodológico

Se estableció un experimento unifactorial en diseño de bloque completo al azar (BCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos para el estudio fueron: 1) *B. bassiana* polvo mojable en formulación con arcilla blanca, 2) *B. bassiana* granulado en sustrato de arroz, 3) *B. bassiana* líquido en formulación con aceite de maní, 4) Testigo relativo químico Jade®. Las aplicaciones de los tratamientos fueron cada 15 días, utilizando una concentración de 1×10^{12} conidias por hectárea.

Para el estudio se seleccionó el cultivo de plátano establecido. El tamaño del área para la investigación fue 0.135 ha^{-1} . Con tres bloques, cada uno con cuatro unidades experimentales. Cada uno de los bloques contaba con 18 metros de ancho por 25 metros de largo y las unidades experimentales con una medición de 18 metros de ancho por 6.25 metros de largo con un área total de cada unidad experimental de 112.5 metros cuadrados y cada bloque con 450 metros cuadrados y se dejó 1.25 metros entre cada bloque. Con área total de 1350 metros cuadrados. La densidad poblacional de 864 plantas en el área experimental y para un total de 6400 plantas por ha^{-1} .

4.3 Descripción de los tratamientos

El tratamiento con el hongo *Beauveria bassiana*, se obtuvo de la cepa 114 aislada del picudo negro (*cosmopolitis surdidus*) en el laboratorio de hongo entomopatógenos de la Universidad Nacional Agraria.

Los tratamientos fueron aplicados en trampa de disco, obtenido de seudotallo de una planta de plátano fresco, estas fueron cortadas con machete, con un diámetro de 12 cm y una altura de seis cm. Cada trampa constaba con dos secciones, colocadas en forma de un “sándwich” una encima de la otra, con una cuña en la orilla de la trampa con el objeto de permitir el ingreso de los picudos. Se limpió el suelo donde se colocaron las trampas y se usó hojas de plátano como cobertor para evitar la deshidratación de la trampa. (Ver anexo 9)

Las aplicaciones de los tratamientos *Beauveria bassiana* granulado y polvo mojable se hicieron de forma manual aplicando ocho gramos por trampa en forma de sándwich. Para el tratamiento *Beauveria bassiana* líquido se aplicó utilizando una bomba manual de cinco litros, donde se realizó calibración para determinar la cantada de producto a aplicar por trampa.

Cuadro 1: Descripción de los tratamientos evaluados

Tratamientos	Descripción de los tratamientos	Dosis utilizada
1	<i>B. bassiana</i> en polvo mojable	300 g/ha ⁻¹
2	<i>B. bassiana</i> en granulado	300 g/ha ⁻¹
3	<i>B. bassiana</i> en líquido	300 ml/ha ⁻¹
4	Químico jade®	Dosis comercial 25g/planta

4.3.1 Producto Químico Jade®

Jade® es un producto químico con formulaciones granulado o líquida. Su ingrediente activo es imidacloprid. Actúa como un antagonista al enlazarse a los receptores nicotínicos postsinápticos en el sistema nervioso central del insecto, generando parálisis inmediata del insecto plaga. Pertenece al grupo químico de los neonicotinoides nitroguanidinas. Es un insecticida sistémico translaminar con acción estomacal y por contacto. Las plantas toman el imidacloprid fácilmente por las raíces distribuyéndolo acropétalmente. Categoría Toxicológica: II, Moderadamente peligroso, dañino, franja amarilla (Rotam Agro 2013).

4.4 Variables evaluadas

4.4.1 Variables fitosanitarias

Número de picudos por tratamiento: Se contaron el número de picudos encontrados en las trampas de disco por cada fecha de muestreo para todos los tratamientos.

Número de insectos colonizados: Se colectaron los insectos encontrados en las trampas tratadas con *Beauveria bassiana* granulado, polvo mojable y líquido, fueron llevados al laboratorio de hongos entomopatógenos y colocados en cámara húmeda. Las observaciones se realizaban haciendo uso del estereoscopio a cada uno de los insecto por cada uno de los tratamiento con el fin de determinar el efecto del *Beauveria bassiana*.

Para estimar le efectividad de los tratamientos con *B.bassiana* se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Insectos colonizados} = \frac{\text{Número de insectos colonizados}}{\text{Número total de insectos colectados}} \times 100$$

Cámara húmeda: Es un método que permite producir una atmosfera saturada de humedad relativa a tal punto que a temperatura ambiente se produce la condensación del vapor de agua existente en el interior (Instituto Nacional de salud 2018). Para poner las muestras en cámara se usaron plato petri de 10 cm de diámetro colocando en el fondo papel toalla y un portaobjeto, estas fueron sometidas a esterilización en el autoclave a 1,2 bar de presión y 121°C, durante 4 a 5 min. Los insectos muertos fueron desinfectados con agua estéril y posteriormente se colocaron en la cámara humedad, seguidamente el papel toalla se humedeció con agua estéril, permaneciendo así hasta que el hongo emergiera del cuerpo del insecto. (Ver anexo 10)

4.4.2 Variables de rendimientos

Alcanzada la madurez fisiológica del cultivo de plátano se procedió a cosechar, con el fin de medir variables de rendimiento donde se tomaron tres racimos por unidad experimental; obteniéndose un total de 36 racimos, procediendo a contar el número de manos y dedos por racimo, tomándose tres dedos por racimos con el fin de medir las variables de longitud, diámetro y peso.

Numero de mano por racimo: Se contaron el número de manos por racimos partiendo de arriba hacia abajo.

Número de dedo por racimo: Se contaron el número de dedos totales del racimo.

Longitud del dedo central de la segunda mano (cm): Una vez que se realizó la cosecha se procedió a determinar la longitud de dedos, Para ello se hizo uso del calibrador de cinta. (Ver anexo 12)

Diámetro del dedo central de la segunda mano (cm): La medición del diámetro se efectuó en el centro de la curva del fruto o dedo central de la segunda mano. Para efectuar la medición de la longitud y grosor se utilizó el calibrador de variables (caliper). (Ver anexo 11)

Peso del dedo (g): Para su determinación de hizo uso de la balanza. (Ver anexo 13)

4.5 Manejo agronómico: La investigación fue de carácter participativo con el productor por lo tanto el establecimiento y manejo agronómico del cultivo fue de carácter tradicional.

4.5.1 Preparación del terreno

Se realizó de forma tradicional (cero labranzas). El sistema de siembra que se utilizó fue al cuadrado o surco sencillo. La dimensión del hoyo de siembra se realizó a 40 cm de profundidad y 40 cm de diámetro a una distocia de 1.25 m entre plantas y entre surco. La siembra se efectuó en octubre del 2018, con una densidad de 6400 plantas por hectárea. Los cormos que se utilizaron se obtuvieron de la misma finca. Para el riego la finca cuenta con propio pozo y sistema de riego por micro aspersion el cual se aplicaba por dos horas en intervalos de tres días durante el periodo seco de diciembre a mayo. En el periodo de lluvia se aplicó riego según la frecuencia de precipitaciones y de forma complementaria. Para el manejo de arvenses, se hicieron control mecánico al momento de la siembra y el control químico con el uso de Paraquat® a los tres meses de edad del cultivo, hasta que la sombra empezó a suprimir las malas hierbas.

4.5.2 Fertilización

Se aplicó fertilizantes edáficos a base de fórmulas de: Urea 46%,18-46-00, 12-30-10, 15-15-15 y 0-0-60 a razón de 256 a 320 kg/ha-1. La primera aplicación de fertilizantes sintéticos se realizó al momento de la siembra donde se incorporó 50 g de 18-46-00 por planta. La

segunda aplicación se realizó a los 30 días después de la siembra con fertilizante potásico (0-0-60) en dosis de 40 g por planta. Tercera aplicación se ejecutó a los a los meses tres meses de edad con fertilizante 12-30-10 con dosis de 40 g por planta. Cuarta aplicación se efectuó a los cinco meses de edad donde se aplicó fertilizantes nitrogenados (Urea 46%) en dosis de 45 g por planta, mezclado con fertilizante potásico (0-0-60) en dosis de 45 g por planta. La última aplicación se realizó de forma complementaria a los ocho meses de edad con fertilizantes en fórmula 15-15-15 en dosis de 45 g por planta aplicado en forma de media luna.

4.5.3 Manejo fitosanitario

Para el manejo fitosanitario se realizó deshoje: Se realizaron podas periódicas durante la fase vegetativa, se eliminaron parcial o totalmente las hojas que fueron afectadas por alguna enfermedad, hojas secas o no funcionales que se doblan sobre el pseudotallo, haciendo uso de machetes. Permitiendo hacer un control o evitar la propagación de enfermedades. El deshoje se realizó de forma periódica eliminando los hijos de agua priorizando de uno a dos hijos de espada al lado opuesto de la planta. Para ello se hizo uso de machetes.

4.6 Análisis estadístico

La base de datos fue manejada en hojas electrónicas (Excel) y procesada y analizada con InfoStat profesional versión 2009. Se realizó transformación de los datos $y = \sqrt{x} + 0.5$ a los datos números de insectos. Se hizo análisis de varianza, prueba de rangos múltiples de Tukey para identificar la significancia entre medias de acuerdo a una probabilidad de $\alpha = 0.05$.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Fluctuación poblacional del picudo negro del plátano

Según el análisis de varianza realizado se encontró diferencia significativa entre fechas y tratamientos ($p=0,0001$). El comportamiento de fluctuación poblacional de picudos adultos en los diferentes tratamientos evaluados, fue de una manera no uniforme en las distintas fechas de muestreo. El tratamiento *Beauveria bassiana* polvo mojable alcanzó la mayor población a inicio del mes de abril con un promedio de 9.33 insectos por trampa. En tanto, la menor población de picudo se encontró en el tratamiento *Beauveria bassiana* líquido y polvo mojable a inicio del mes de junio con un promedio de 0.33 insecto por trampa. Durante todas las fechas de muestreo los tratamientos que mantuvieron la población más baja fue *Beauveria bassiana* líquido y polvo mojable. (Ver figura 1)

Según INTA y MEFCCA (2019), por encima del umbral (4 a 5 adultos por trampa) debe realizarse manejo a través de trampas sencillas de pseudotallos (20 a 40 por hectárea) aplicando organismos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*.

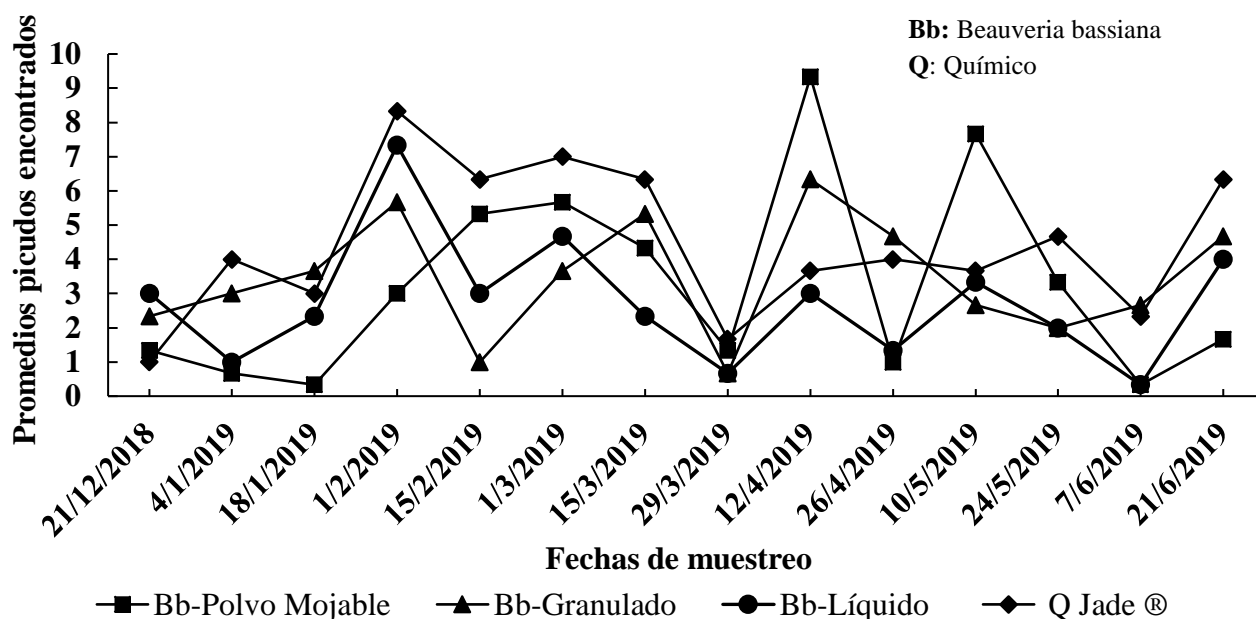


Figura 1. Fluctuación poblacional del promedio de picudos de plátano en las diferentes fechas de muestreo en los meses de diciembre 2018 a julio 2019, Tonalá-Chinandega.

Los factores que probablemente influyeron en los resultados obtenidos en la fluctuación poblacional del picudo, fue por el buen manejo de los residuos de cosecha y la etapa fenológica del cultivo manteniendo las poblaciones de picudo en niveles bajos. Esto coincide con lo planteado por Budenberg *et al.*, (1993), Cerda *et al.*, (1995), quienes afirman que la atracción de los picudos hacia las musáceas se atribuye a la alta presencia de residuos de cosecha que liberan compuestos volátiles secundarios como sesquiterpenos, terpenos, mezcla de ésteres, alcoholes y ácidos orgánicos. Zamorano (1998), plantea que los niveles de picudos negros del banano a menudo son bajos en un campo recién sembrado y mayor frecuencia en los cultivos de segundo ciclo.

5.2 Porcentaje de picudos colonizados (efectividad) por tratamiento

Los tratamientos que presentaron una mayor colonización en cámara húmeda sobre el picudo negro del plátano fueron *Beauveria bassiana* en formulación granulada con un 92.47 % y la formulación polvo mojable con 89.76% .Estos resultados sobrepasan los reportados por Carballo y Arias (1994)) que a nivel de campo y utilizando dos formulaciones de *B. bassiana*, en sustrato de arroz y sustrato a base de talco a una concentración de $5,8 \times 10^{10}$ /trampa, determinaron mortalidades entre 30 y 63 %, a los cuatro días después de tratadas las trampas.

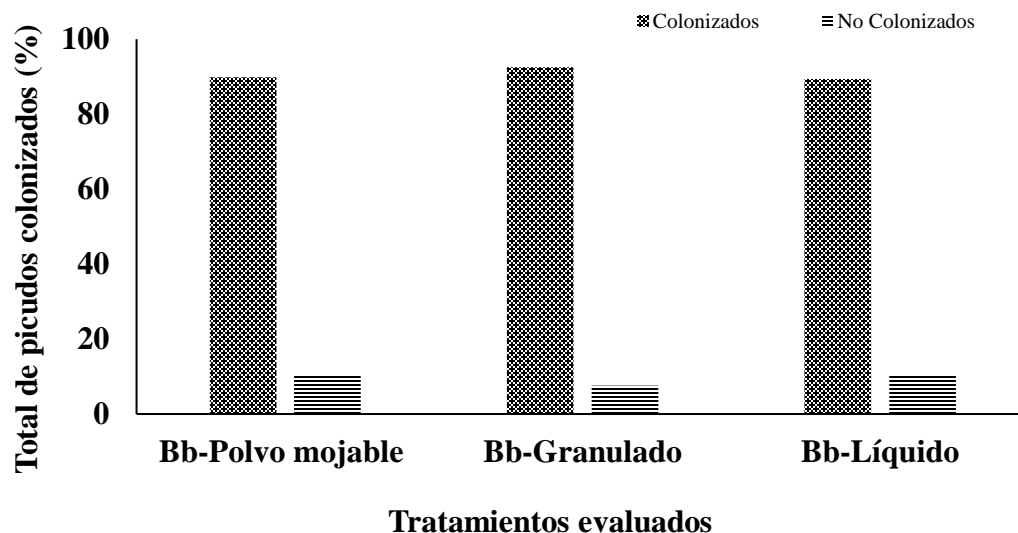


Figura2. Efectividad de las diferentes formulaciones de *Beauveria bassiana* sobre el picudo del plátano, Tonalá-Chinandega 2019.

Investigación realizada por contreras *et al.*, (1997) donde evaluaron la efectividad de dos formulaciones de *B. bassiana*, en trampas tipo cuña y pseudotallo, encontraron que después de los ocho días de haber aplicado el hongo, se presentó una mortalidad de 47,0 a 62,0 %, superando a la formulación en emulsión de aceite la cual presentó una mortalidad de 26,0 a 30,0%, observando que la formulación a base de arroz fue capaz de mantenerse esporulando por un periodo de 15 días, lo que permitió una persistencia y una dispersión mayor del hongo. Esto coincide con los resultados obtenidos en el tratamiento Bb granulado en arroz, donde encontramos la mayor efectividad sobre el picudo del plátano y el tratamiento Bb líquido con menor efectividad sobre el insecto.

Componentes de rendimiento

En Nicaragua el plátano es comercializado en unidades individuales, los productores tradicionalmente ponen gran interés y se enfocan en alcanzar grandes cantidades de manos y frutos de buena calidad comercial (Baca y Rivera, 2016).

5.3 Número de manos por racimo y dedos totales cosechados

Simmonds (1997), plantea que a mayor número de manos por racimo existe una declinación en el tamaño medio del fruto, desde la mano basal a la mano apical la cual constituye un 55 a un 60 % del tamaño de la primera.

Cuadro 2. Número de manos por racimo y dedos totales cosechados en los cuatro tratamientos evaluados Tonalá-Chinandega, 2019

Variables	Bb Sólido	Bb Granulado	Bb Líquido	Jade ®
Nº de manos por racimo	7	7	7	7
Nº de dedos totales	35	35	32	34

El análisis estadístico ANDEVA demostró que no hubo diferencia significativa ($p=0,8482$) en los tratamientos, donde se encontró un promedio de siete manos por racimos en los cuatro tratamientos, estos promedios oscilan en el rango óptimos planteado por Delgado (2000), quien establece que para obtener rendimientos óptimos en plátano cuerno se requiere de seis

y siete manos por racimos, lo cual coincide con un estudio realizados por Molina y Martínez (2004), que obtuvieron un promedio de 7.10 manos por racimo en el cultivo de plátano cuerno.

No se encontró diferencia significativa en el número de dedos totales ($p=0,5582$), donde se obtuvo un promedio para los tratamientos que oscilan en un rango de 32-35 dedos por racimo. Lo que indica que está en el rango óptimo de rendimiento, ya que según Delgado (2000), establece que para obtener un rango óptimo de rendimiento en variedad de plátano cuerno se requiere de 30 a 35 dedos por racimo. Castellón *et al.*, (2017), también reportan que los dedos totales en variedades de cuerno oscilan 28 a 45 dedos por racimo.

Estas variables de número de mano por racimo y número de dedo por racimo, están influenciadas por la densidad poblacional, el manejo agronómico y las características genéticas de la variedad. Estudio realizado por Muñoz Ruiz (2003), argumentan que existe una ligera disminución en el número de mano y dedos por racimo a medida que aumenta la densidad poblacional debido al efecto de la competencia. Los resultados obtenidos en nuestra investigación responden al adecuado manejo de fertilización brindada, permitiendo que la plantación expresara su potencial genético en la producción.

Estudio realizado por Simmonds (1997), menciona que a menor número de manos por racimo mayor número de dedos por mano. En racimos con más de nueve manos la segunda mano tiene mayor número de dedos que la primera. Molina y Martínez (2004) argumentan que el tamaño del racimo queda definido cuando se completa la diferenciación floral y después de este momento hay muy poca oportunidad para influir sobre la cantidad de los dedos del racimo y únicamente se puede influir en la calidad del racimo (tamaño de los dedos).

5.4 Promedio de longitud de los dedos

El análisis de varianza para la variable longitud de dedos indica que no hay diferencias significativas entre tratamientos con ($p=0,4990$). Los tratamientos obtuvieron un promedio de longitud de dedos que oscila en un rango de 26 -27 cm por planta. Estos resultados de longitud de dedos superan a los promedios de 20.27 - 20.85 cm reportados por Delgado (2000) y Castellón *et al.*, 2017, quienes establecen que la longitud de dedos en variedades de cuerno oscila 24 -25.5 cm.

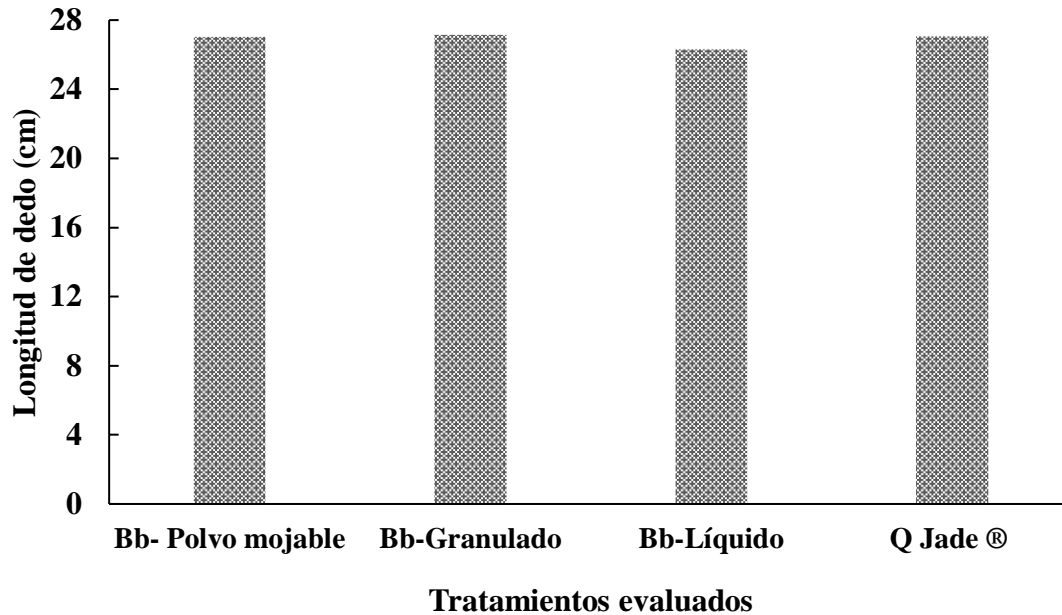


Figura 3. Longitud promedio de dedos totales de plátano, Tonalá-Chinandega, 2019.

El manejo agronómico y las condiciones ambientales son factores que están sujeto a influir sobre la variable de longitud del fruto. Un buen manejo nutricional, fitosanitario y condiciones ambientales favorables permiten obtener frutos de buen tamaño, calidad y presentación. Según investigación realizada por Cayón Salinas (2004) afirma que en plantaciones establecidas en alturas bajas sobre el nivel del mar y altas precipitaciones los frutos de plátanos alcanzan una mayor longitud. De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se logró obtener resultados satisfactorios, debido a que la plantación se encontraba en alturas bajas sobre el nivel del mar, el manejo del riego fue adecuado, favoreciendo el crecimiento de dedos en rangos promedios en el cultivo de plátano.

5.5 Promedio de diámetro de dedos

En el análisis de esta variable no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($p=0,9391$). Los tratamientos obtuvieron un comportamiento similar en la variable de diámetro que oscilan entre 4.54 - 4.62 cm, estos promedios de diámetro de dedo superan a 4.1- 4.3 reportados por Delgado (2000).

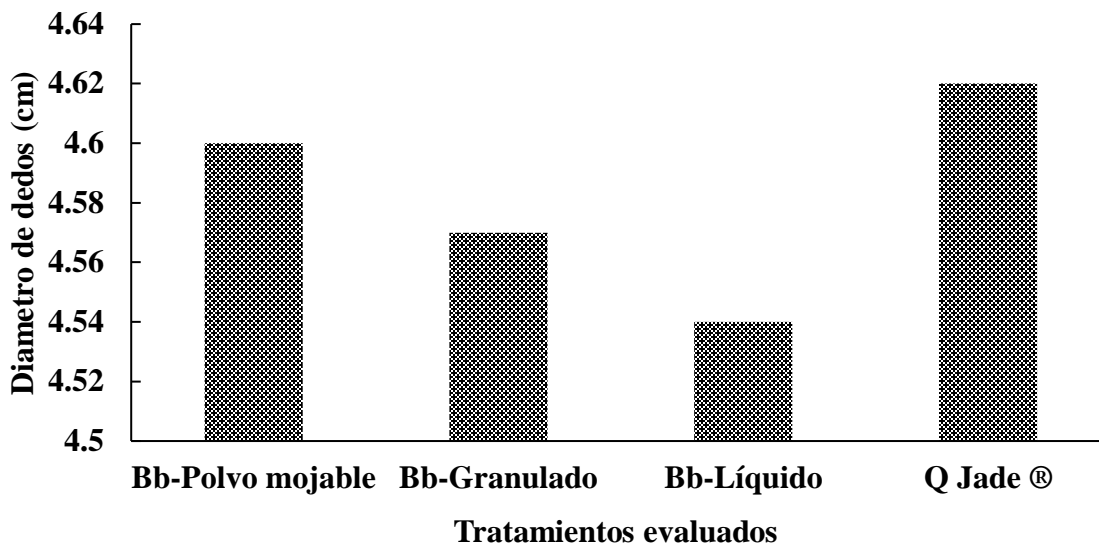


Figura 4. Diámetro promedio de dedos totales de plátano, Tonalá-Chinandega, 2019.

Estudio realizado por Colque *et al.*, (2005), establece que el diámetro del dedo de plátano es influenciado por la reposición oportuna de nutrientes en los volúmenes requeridos por la planta principalmente de nitrógeno y fósforo, obteniendo frutos con calidad comercial. De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, probablemente estos factores influyeron debido a que, al aplicar una fertilización adecuada, se alcanzaron diámetro de dedos en rangos promedios en el cultivo de plátano.

5.6 Peso promedio de los dedos totales

La variable de peso de dedos no se encontró diferencias significativas ($p=0,9035$). En el cual los tratamientos se comportaron de una forma similar en un rango que oscila entre 315.98 - 333.72 g por dedos. Lo que indica que está en el rango óptimo de rendimiento reportado por Castellon *et al.*, (2017), quien establece que para obtener rendimientos óptimos en variedades de plátano cuerno, el peso promedio de los dedos debe oscilar 293-410 g.

Esta variable de peso de dedos está estrechamente en dependencia de los factores de manejo, características genéticas y las condiciones ambientales presentada en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Estudio realizado por Simmonds (1966), establece que los factores que afectan el tamaño de los frutos están sujetos a la deficiencia de los fertilizantes en las

primeras etapas de los cultivos, por la sequía, temperatura, y la defoliación tienden a reducir su tamaño.

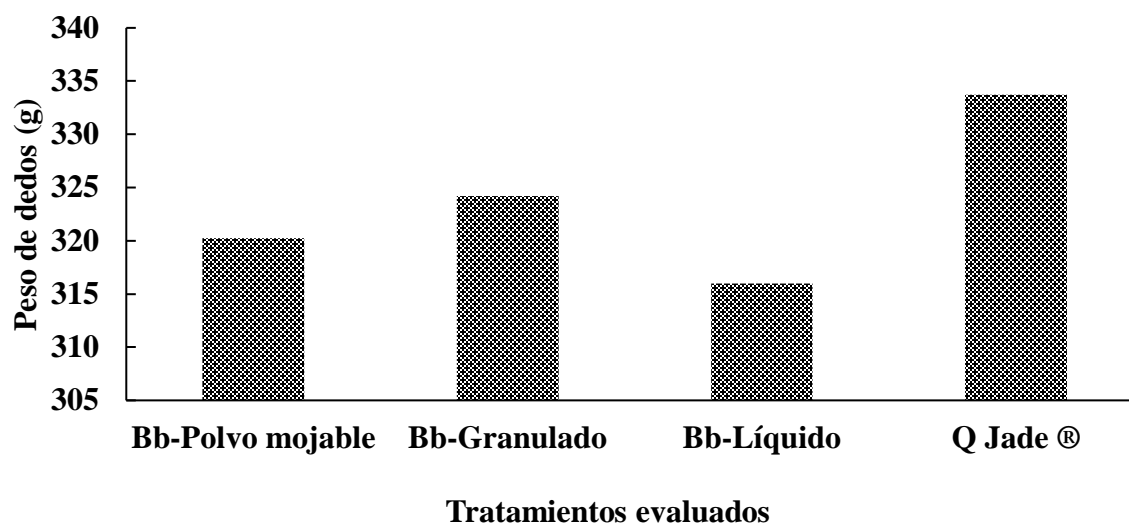


Figura 5. Peso promedio de dedos totales de plátano, Tonalá-Chinandega, 2019

Urbina (1991) señala que el rendimiento del plátano está condicionado por su potencial genético, nutrición y factores ambientales (agua, luz, temperatura, suelo, etc.). Lo que se comprueba en el presente estudio donde no se registran diferencias cuando la plantación de plátano se encontraba bajo las mismas condiciones de ambientales y de manejo agronómico.

5.7 Análisis económico de los tratamientos

Cuadro 3. Producción económica (C\$) para los cuatro tratamientos por hectárea, Tonalá Chinandega 2019

Tratamientos	Media de los dedos por racimo	Nº de dedos (nº ha -1)	Precio unitario dedos C\$	Total C\$
Bb polvo mojable	35	224,000	3	672,000
Bb granulado	35	224,000	3	672,000
Bb líquido	32	204,800	3	614,400
Jade®	34	217,600	3	652,800

Para obtener el resultado total en córdoba obtenido por cada uno de los tratamientos se tomó el promedio de dedos y se multiplicó por la densidad de plantaciones de plátano en el área (6,400) para obtener el número de dedos totales obtenidos por tratamiento evaluados, ese resultado se multiplicó por el precio actual por plátano en el mercado dando como resultado que los tratamientos con mejor resultado de rendimiento fueron el Bb polvo mojable y Bb granulado con C\$ 672,000, en segundo lugar el tratamiento químico jade con C\$ 652,800 el menos rentable fue el Bb líquido con C\$ 614,400.

5.7.1 Costos de producción para una hectárea por tratamiento

Cuadro 4. Costo de producción para los cuatro tratamientos, Tonalá Chinandega, 2019

Materiales	Unidad	Cantidad	Costo unitario	T1 B.b	T2 B.b	T3. B.b	T4.Jade®
				polvo mojable	granulado	liquida	
				Total	Total	Total	Total
Jade®	g	500	600	NSU	NSU	NSU	1200
B.b polvo mojable	g	300	224	448	NSU	NSU	NSU
B.b granulado	g	300	224	NSU	448	NSU	NSU
B.b líquido	g	300	224	NSU	NSU	448	NSU
Cinta métrica	m	20	180	180	180	180	180
Limpieza del área	d/h	10	150	1,500	1,500	1,500	1,500
Semilla de siembra	Plantas	6,400	3	19,200	19,200	19,200	19,200
Manguera	Rollo	3	800	2,400	2,400	2,400	2,400
Hoyado	d/h	10	150	1,500	1,500	1,500	1,500
Siembra	d/h	10	150	1,500	1,500	1,500	1,500

Bomba	20 L	1	1800	1,800	1,800	1,800	1,800
Control de maleza	d/h	12	150	1,800	1,800	1,800	1,800
Deshije	d/h	4	150	600	600	600	600
Deshoje	d/h	6	150	900	900	900	900
completo 18-46-0	kg	7318.15	1,000	7,000	7,000	7,000	7,000
Completo 00-00-60	kg	227.25	1,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Completo 12-30-10	kg	227.25	1,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Urea al 46%	kg	2272.7	900	5,400	5,400	5,400	5,400
Completo 15-15-15	kg	272.7	750	4,500	4,500	4,500	4,500
Herbicida	L/ha ⁻¹	5.69	170	680	680	680	680
Aplicación de fertilizante	d/h	12	150	1,800	1,800	1,800	1,800
Aplicación de herbicidas.	d/h	4	150	600	600	600	600
Cosecha	d/h	15	150	2,250	2,250	2,250	2,250
Combustible	L	34	32.81	1,116	1,116	1,116	1,116
Costo de transporte	C\$ por carga	1,500	1 por Tratamiento	1,500	1,500	1,500	1,500
Total C\$	-	-	-	66,674	66,674	66,674	67,426

NSU: No se utilizó **L:** litro **m:** metro **g:** gramo **d/h:** Días hombre **B.b:** *Beauveria bassiana*

5.7.2 Beneficio bruto por tratamiento

Cuadro 5. Beneficio bruto de los cuatro tratamientos con el menor costo variable para el cultivo de plátano, Tonal Chinandega, 2019

Beneficio bruto	Bb- polvo mojable	Bb- granulada	Bb- líquido	Jade®
Plantas cosechadas N°	6,400	6,400	6,400	6,400
10% de pérdida	640	640	640	640
Total de plantas cosechadas	5760	5760	5760	5760
Dedos cosechados promedios N°	35	35	32	34
Total de dedos N°	201,600	201,600	184,320	195,840
Precio unitario de dedos C\$	3	3	3	3
Ingreso bruto C\$	604,800	604,800	552,960	587,520

Se utilizaron 6,400 plantas como densidad de siembra, considerándose un 10% de posible pérdida que pudo ocurrir por la supresión de factores bióticos y abióticos. El cálculo del número de dedos se realizó al multiplicar el total de plantas a cosecha por el número de dedos promedio por tratamiento. Los ingresos por venta fueron obtenidos al multiplicar el total de dedos por el costo unitario actual de cada dedo en el mercado, los costos variaron según la calidad del dedo.

Los tratamientos que obtuvieron mayores ingresos brutos fueron el *Beauveria bassiana* polvo mojable y *Beauveria bassiana* granulada con C\$ 604,800 el que obtuvo menos ingresos fue el *Beauveria bassiana* líquida con un total en C\$ 552,960.

5.7.3 Beneficio neto por tratamiento

Cuadro 6. Beneficio neto de los cuatro tratamientos con el menor costo variable para el cultivo de plátano, Tonal Chinandega, 2019

Beneficios netos	Bb- polvo mojable	Bb- granulado	Bb- líquido	Jade®
Ingresos totales por venta (C\$)	604,800	604,800	552,960	587,520
Costos totales (C\$)	66,674	66,674	66,674	67,426
Ganancia (C\$)	538,126	538,126	486,286	520,094
Beneficio-Costo (C\$)	8.07	8.07	7.29	7.7

T1 (*Beauveria bassiana* polvo mojable 300 kg-1) Beneficio/costo= $538,126/66,674 = 8.07$ B/C > 1 se acepta.

T2 (*Beauveria bassiana* granulado 300 kg-1) Beneficio/costo= $538,126/66,674 = 8.07$ B/C > 1 se acepta.

T3 (*Beauveria bassiana* líquida 300 kg-1) Beneficio/costo= $486,286/66,674 = 7.29$ B/C > 1 se acepta.

T4 (Testigo químico Jade® 500 kg-1) Beneficio/costo= $520,094/67,426 = 7.7$ B/C > 1 se acepta.

El análisis de costo beneficios (CB) presenta tanto los costos como los beneficios en unidades de medición estándar (comúnmente monetarias), para que se puedan comparar directamente. Hay diversos enfoques en el análisis de CB, pero todos en esencia tienen como objetivo el llevar al máximo posible la cuantificación de los beneficios y costos en términos monetarios (Castaner, 2014).

En la relación beneficios netos los tratamientos *Beauveria bassiana* polvo mojable y *Beauveria bassiana* granulado siguen presentando los mejores resultados en cuando al beneficio monetario. La relación benéfico - costo para los dos mejores tratamientos demuestra que los mejores son los dos antes mencionado ya que por cada córdoba invertido generan 8.07 córdobas en segundo lugar el tratamiento químico Jade ya que por cada córdoba invertido se generó 7.7 córdobas y el tratamiento que genera la menor ganancia es el *Beauveria bassiana* líquido ya que por cada córdoba invertido se genera 7.29 córdobas.

VI. CONCLUSIONES

Durante el periodo de estudio la presencia de picudo negro del plátano tuvo una fluctuación variable en las fechas de muestreo.

La baja población del picudo se presentó en el tratamiento *B. bassiana* líquido y *Beauveria bassiana* polvo mojable a inicio del mes de junio con promedio de 0.33 y la población alta se presentó en el tratamiento *Beauveria bassiana* la primera semana de abril con promedio de 9.33 insectos.

El tratamiento más efectivo para el manejo del picudo negro del plátano fue el *Beauveria bassiana* granulado con 92.47% de colonización.

El análisis económico demostró que los tratamientos *Beauveria bassiana* sólido y *Beauveria bassiana* granulado presentaron el mayor beneficio costo generando una ganancia de C\$ 8.07 respectivamente.

VII. RECOMENDACIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda utilizar *Beauveria bassiana* granulado en sustrato de arroz por su mayor efectividad y presentó buena relación beneficio costo.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abera, M.K; Gold, C.S. 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.*
- Alemán, F., y Somarriba, Munguía, R. (1994). *Diagnostico Fitosanitario y Económico de la producción de musáceas en el departamento de Rivas*. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 98 p.
- Asociación de Bananeros de Colombia, Augura, Proyecto Repcar. (2009). *Identificación y manejo integrado de plagas en banano y plátano, Magdalena y Urabá, Colombia. «Reducción del escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe (tesis de grado).*
Recuperado de
<http://cep.unep.org/repcar/proyectosdemostrativos/colombia1/publicaciones-colombia/plagas-defintiva.pdf>.
- Baca Suárez, S. A., y Rivera Rivas, R. M. (2016). *Comportamiento agronómico del plátano (*Musa paradisiaca* L.) cv. CEMSA ¾ mediante la selección de cormos en base a rendimiento en Potosí, Rivas (2014-2015) (tesis de pregrado).* Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Bateman, R.; Luke, B.; Alves, R. (1999). *Some observations on the application of oil-based formulations of mycoinsecticides. Proceedings: "Spray oils beyond 2000: Sustainable pest and disease management"* Eds. G.A.C. Beattie & D.M Watson, University of W. Sydney, Australia, p. 163- 170.
- Batistas Filho, A., Paiva L.M., Myazaki, Y., Bastos B.C., Oliveira, D. (1989). Control biológico do moleque da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar 1824) pelo uso de fungos entomopatógenos no laboratorio. *Biologico (Brasil)* 53 (1/6): 1-6.
- Budenberg, W; Ndiege, I; Karago, F; Hansson, B. 1993. Behavioural and electrophysiological responses of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* host plant volatiles. (Abstract) *Journal of Chemical Ecology*. 19 (2): 267-27
c.s.Inibap Hoja divulgativa n°4. Francia
- Cab International (commonwealth agricultural bureaux international, gb). (1999). *Crop protection compendium [disco compacto]. United Kingdom. 1 CD.*
- Cadena Agroindustrial del Plátano. s. f. Nicaragua, IICA. Recuperado de <http://www.renida.net.ni/renida/iica/e14-j60-pl.pdf> 57 p.

- Carballo, M. (2001). *Opciones para el manejo del picudo negro del plátano* Recuperado de <http://www.sidalc.net/repdoc/A1750E/A1750E.PDF>
- Carballo, M; Arias, M. (1994). *Evaluación de Beauveria bassiana para el control de Cosmopolites sordidus y Metamasius hemipterus (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de campo*. Manejo Integrado de Plagas.31 p. 22-24.
- Carcache Vega, M; Blanco Beteta, F. (2007). *Análisis multisectorial para identificar brechas tecnológicas y retos para el desarrollo del sector musácea en Nicaragua*. Recuperado de <http://www.funica.org.ni/docs/Analisismusaceas.pdf>
- Carmona, A. (2008). *Pruebas de patogenicidad con hongos biorreguladores sobre estados inmaduros de colaspis sp., bajo condiciones de campo en la zona de Uraba*. (Trabajo de grado).Universidad Nacional De Colombia.
- Castañer Martínez, J.A. (2014). *Análisis de costo beneficio ejemplos de análisis sector privado*. Recuperado de http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf
- Castellón Muller ,K.Y; Pineda, W.B; Suarez, E.C. (2017). Comportamiento agronómico del cultivo del plátano, variedad curare enano en Sandy Bay Costa Caribe Norte de Nicaragua. *Ciencia e interculturalidad* 21(2).
- Castiñeiras, A., López, M., Calderón, A., Cabrera, T., Luján, M. (1990). Virulencia de 17 aislamientos de Beauveria bassiana y 11 de Metarhizium anisopliae sobre adultos de Cosmopolites sordidus. *Ciencias y Técnicas en la Agricultura* 13(3): 45-51.
- Castrillón Arias, C. (2004). Situación actual del picudo negro del banano (Cosmopolites sordidus Germar) (Coleóptera: Curculionidae) en el mundo. Actas del Taller ‘Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas’, pp. 125–138, 11-13 August 2003. INIBAP, Guayaquil, Ecuador.
- Castrillon, C. (15 de Febrero de 2000). *Distribución de las Especies de Picudo del Plátano y Evaluación de sus Entomopatógenos*. Departamento de Risaralda. Risaralda, Manizales, Colombia
- Castrillón, C. (1992). *Control químico del picudo negro (Cosmopolites sordidus Germar) dentro de un programa de manejo integrado*. En: Memorias Segundo Seminario de Actualización sobre el cultivo del plátano. Colombia. P 147-154.

- Castrillon, C.; Herrera J. G. (1980). *Los picudos negro y rayado del plátano y banano*. ICA Informa, Separata, 4 p.
- Cayón Salinas, D.G. (2004). *Ecofisiología y productividad del plátano (Musa AAB Simmonds)*. Bogotá, Colombia. Recuperado de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19331/44895_60230.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cerda, H; Cabrera, A; Rivero, O; Sánchez, P; Klaus, J; (1995). Compuestos volátiles del corno de musáceas comestibles, susceptibles al ataque del gorgojo negro *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) (Coleoptera: Curculionidae). *Boletín de Entomología Venezolana*. 10 (1): 115-116
- Chiriboga, H; Gómez, G; Garcés, K. 2015. *Beauveria bassiana*, hongo entomopatógeno para el control biológico de hormigas cortadoras (ysaú) . Paraguay. Recuperado de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2646/1/BVE17038724e.pdf>
- Colque1, O., Iquize, E y Ferrufino, A. (2005). Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en la producción del banano *Musa AAA* en fincas comerciales de tres localidades del Trópico de Cochabamba. *Informaciones agronómicas* (26).
- Contreras, R; Carballo, M; Hidalgo, E; Bustamante, E. (1997). *Evaluación de trampas de pseudotallo y formulaciones de Beauveria bassiana (Bals.) en el combate del picudo del plátano Cosmopolites sordidus en Costa Rica*. Manejo Integrado de Plagas. 46: 44-49.
- CPML: Centro de producción más limpia de Nicaragua. (2012). *Manual Tecnológico para el proceso de tajadas fritas de plátanos para exportación*. Recuperado de <https://www.mific.gob.ni/Portals/0/Portal%20Empresarial/121015%20Manual%20tecnol%C3%B3gico%20para%20el%20proceso%20de%20tajadas.pdf>
- Delgado, R.E. (2000). *Control microbial del picudo negro Cosmopolites Sordidus (German 1824) usando hongo entomopatógenos Beauveria bassiana (Bals vuill) y Metharhizium anisopliae (Metsch Sorokin) en el cultivo de plátano*. (Tesis de pregrado). Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.
- Devotto, L.; Gerding, M. (2003). Respuesta de dos aislamientos chilenos de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin a la adición de un protector solar. *Agricultura técnica (Chile)* 63(4):339-346.

- Espinoza Ruiz, G. C., Vallejos Treminio, F. L. (2016) *Desarrollo de formulaciones bioplaguicidas a base de Beauveria bassiana (Bals & Vuils) con materiales sólidos y líquidos* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3387/1/tnh10e77.pdf>
- Fallas Monge, M; Velázquez Villalta, M; Fuentes, G; Álvarez, S; Araya Vega, J; Rojas Sanabria, P. (2007). *Caracterización y plan de acción para el desarrollo de la agrocadena del cultivo de plátano en la región huetar atlántica . Limón, Costa. Rica*, Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-10317.pdf>
- FAO (2002). (Organización de las naciones unidas para la alimentación para la agricultura y la alimentación). *Anuario de producción*. 54.
- Ficha Municipal, Tonalá. (2015). *Caracterización Municipal de Tonalá*. Tonalá-Chinandega, Nicaragua.
- Fuentes, C. (1994). *Evaluación de diferentes tácticas de control del picudo negro cosmopolite surdidus en la zona de ticuantepe*. Informe anual 1994, CATIE-INTA-MIP.
- Fundación Produce de Guerrero A.C. (2012). *Agenda de innovación 2012*. Recuperado el 14 de febrero de 2013, de El plátano en el mundo:
- Giménez, MR. Torres, MJ. Carcache, M. Pérez, H. Bustos, I. Saavedra, M. _(2006). *Evaluación de alternativas naturales y biológicas en el manejo de Sigatoka negra, nematodos y picudo en plantaciones de plátano de la Comunidad de El Rosario, Rivas 7 -16 p. Sin publicar*.
- Gold, C.S., P.R. Speijer, E.B. Karamura, N.D.T.M. Rukazambuga (1994). Assessment of banana weevils in East African highland banana systems and strategies for control. In: R.V.
- Gold, y Messiaen (2000), *El Picudo Negro del Banano Cosmopolites Sordidus: Plaga de Musa*. Bolivia, (INIBAP). 4p
- IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2004). *Cadena Agroindustrial del Plátano, Nicaragua 57p*.
- IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2009). *Cadena Agroindustrial del Plátano (en línea)*. Oficina de Nicaragua, s.e. Consultado 28 ene. 2019. Recuperado de <http://www.renida.net.ni/RENIDA/IICA/E14-J60-PLT.PDF>

Instituto Nacional de salud (2018). *Manejo y Mantenimiento de la colección biológica de artrópodos de importancia medica del grupo de entomología.* . (en línea). Consultado 30 ene. 2019. Recuperado de <https://www.ins.gov.co/conocenos/sig/SIG/INTR01.5310-012.pdf>

INTA: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuario, y MEFCCA: Ministerio de Economía Familiar Comunitaria, Cooperativa y Asociación. (2019). GUÍA TÉCNICA: Establecimiento y manejo del cultivo del plátano con plantas in vitro. Managua, Nicaragua.

Intagri: Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. (s. f). *Beauveria bassiana en el Control Biológico de Patógenos.* (en línea). Consultado 25 ene. 2019. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/beauveria-bassiana-en-elcontrol-biologico-de-patogenos>

Jiménez Martínez, E. (2016). *Plagas de Cultivo.* Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3348/1/NH10J61pc.pdf>

MAG: Ministerio agropecuario (2018). *Ficha del plátano para el mercado de estados unidos.* Consultado 25 ene. 2019. Recuperado de <https://www.mific.gob.ni/Portals/0/FILES/2018/9/Ficha%20Pl%C3%A1tano%20-%20Estados%20Unidos%202018.pdf>

Mata Villegas, T. (2008). *Evaluación de matrices de esporulación y formulación de un micoinsecticida a base de esporas del hongo entomopatógenos Beauveria bassiana* (Tesis de postgrado). Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3492/EVALUACIONMATRICES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Matute, D. (1999). *Manejo de plagas invertebradas en Honduras. Picudo del banano.* El Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.

Gold, C.S., Messiaen, S. (2000) El picudo negro del platano *cosmopolites sordidus*. Recuperado de https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/696_ES.pdf.

Messiaens, S., Gold, C. (2002). *Aspectos de la resistencia al picudo negro del banano en Musa y perspectivas para la ingeniería genética contra el picudo negro.* Recuperado de <http://www.catie.ac.cr/econegociosagricolas/BancoMedios/Documentos%20PDF/info11.1.pdf>

- MIFIC: Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (2007). *Ficha del Plátano*. Managua, Nicaragua, Recuperado de en <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01N583.pdf>
- MIFIC: Ministerio de Fomento, industria y comercio. (2009). *Ficha del plátano*.
- Molina Jimenez, E. M., y g Marinez Martinez, E. A. (2004). *Comportamiento agronomico y fenologico del cultivo platano cuerno (Musa ssp.AAB) propagado atravez de la tecnica de reproduccion acelerada de semilla en dos localidades del departamento de Chinandega* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01m722.pdf>
- Monserrate. (2010). *Evaluación de la eficiencia de dos insecticidas Ecológicos aplicados en tres tipos de trampas para el Control de picudo negro (Cosmopolites sordidus) en banano en la parroquia san juan cantón pueblo viejo*. Recuperado de: <http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1168/1/150.d>
- Monterrey J y Lacayo L, (2005). *Estudio de brechas tecnológicas en la cadena productiva del plátano*. Informe Final, Managua, Nicaragua, 80p.
- Muñoz Ruiz,C.(2003), Prueba de cuatro densidades y tres arreglos espaciales de siembra en plátano. *Tecnología en Marcha*. 16 (1).
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2014). *Genome*: Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/11740>
- Osorno M., y Mejía G. (s f). *Guía para el reconocimiento de algunos problemas fitosanitarios del cultivo de banano*. Pág. 12 – 39
- Perera González, S; Suárez Encinoso, T; Padilla Cubas, A; Carnero Hernández, A. (2011). *Evaluación de distintos métodos de aplicación de un formulado de beauveria bassiana para el control de picudo de la platanera cosmopolites sordidus en tenerife (islas canarias)*. : 15.
- Rivera Restrepo, L, A. (2011). *Cultivo de plátano* (en línea, sitio web). Consultado 25 ene. 2019. Recuperado de <https://cultivodeplatano.com/>.
- Rojas, T., Gotilla, W. (1992). Detección en Venezuela de hongos entomopatógenos atacando a *Cosmopolites sordidus* Germar y *Methamasius hempterus* L. (Coleoptera: Curculionidae. Bol. *Entomol. Venez.* 13(2): 123-140.

- Romero, J. (2015). *Picudo negro (Cosmopolites sordidus), del banano* (en línea, sitio web). Consultado 29 ene. 2019. Recuperado de <http://agro100.blogspot.com/2015/08/picudo-negro-cosmopolites-sordidus-del.html>
- Rotam Agro (2013). Ficha técnica (en línea). Colombia, s.e. Consultado 26 ene. 2019. Recuperado de https://www.rotam.com/andina/UserFiles/ufyhto/image/products/insecticide/colombia/FT_Imaxi_350_SC.pdf
- Secretaría de economía (2012). *Monografía del Sector Plátano en México: Situación Actual y Oportunidades de Mercado*. México., Recuperado de http://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/Monografia_Platano.pdf
- Senasa: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (s.f). *Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin Cepa CCB-LE265* . Recuperado de <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/FICHAT%C3%89CNIC A-1-B.-bassiana.pdf>
- Simmonds. (1966). *Los plátanos*. Ed. Blume. Barcelona, ES. 539p.
- Simmonds, W. 1962. *The evolution of bananas*. Longmans, London. 170 p.
- Simmonds. (1997). *Los plátanos: técnicas agrícolas y producciones tropicales*. 1997. 2 ed. Blume. Barcelona, ES. 247p
- Sirjusingh, C., Kermarrec, A., Mauleon, H., Lavis, C., Etienne, J. (1992). Biological control of weevils and whitegrubs on bananas and sugarcane in the Caribbean. *Florida Entomologist* 75 (4): 548-562.
- Tinzaara, W., Gold, C.S., Dicke, M., Huis, A. van, Nankinga, C.M., Kagezi, G.H., Ragama, P.E. (2007). The use of aggregation pheromone to enhance dissemination of *Beauveria bassiana* for the control of the banana weevil in Uganda. *Biocontrol Science and Technology*. 17 (1-2) p. 111-124.
- Treverrow, N. (1983). *Banana weevil borer*. Citado por: *CAB International (Commonwealth Agricultural Bureaux International, GB. Crop protection compendium (disco compacto)*. 1 CD. Agfacts no 1:2. United kingdom.
- Urbina, R. (1991). *Guía tecnológica para la producción del maíz*. Editorial DGTA-MAG. Managua, NI. 36 p.

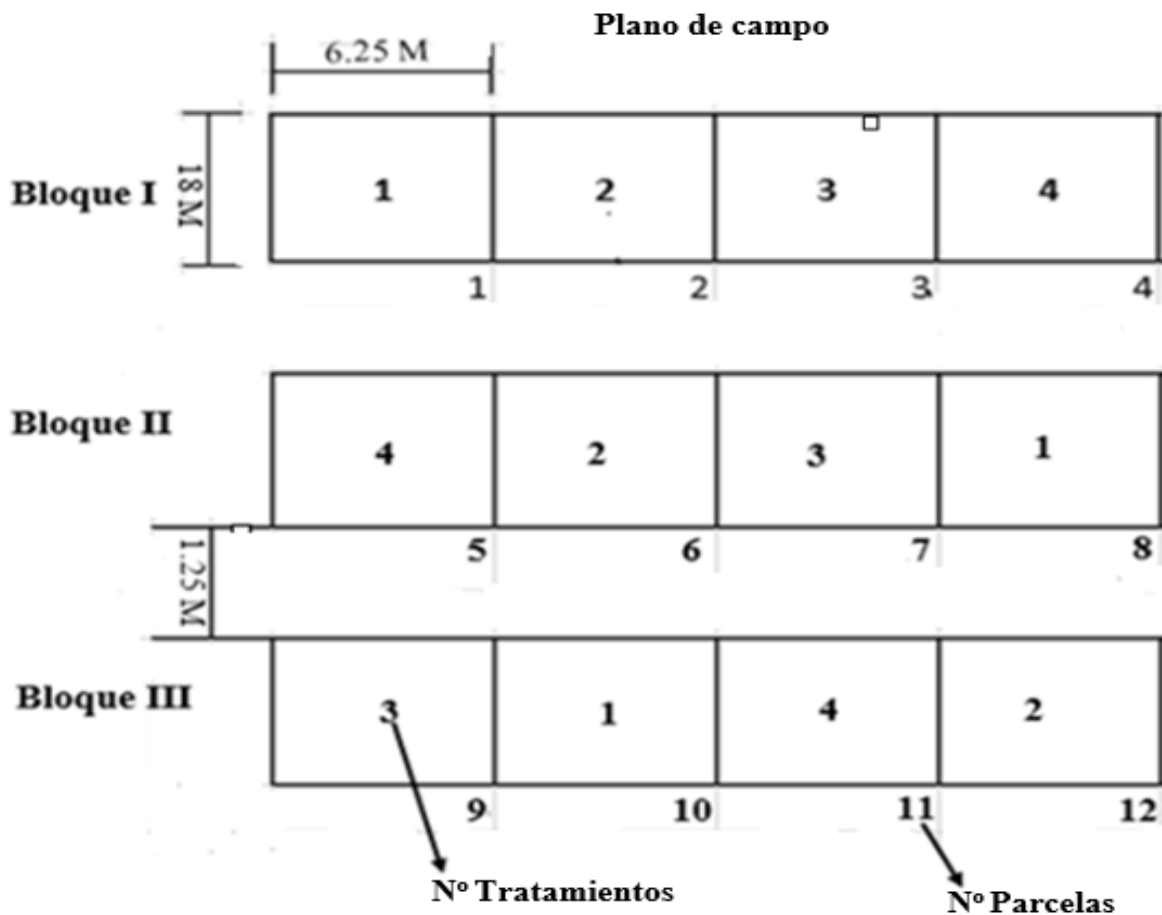
Urtubia, I., y France, A. (Diciembre 2007). Formulaciones de hongos entomopatógenos para control de plagas en agricultura. *INIATierra adentro*. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34779.pdf>

Vilardebo A. 1973. Le coefficient d'infestation, critère d'évaluation du degré d'attaques des banaberaies par *Cosmopolites sordidus* Germ. Le charancon noir du bananier. *Fruits* 28 (5):417-426.

Zamorano, (1998). *Guía para el manejo de plagas invertebradas en Honduras*. Honduras.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo de los tratamientos de *Beauveria bassiana*, Tonal-Chinandega 2019



Anexo 2. Análisis de la ANDEVA de promedio de numero de picudos, Tonalá-Chinandega, 2019

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Fecha	15.06	13	1.15	4.58	<0.0001
Bloque	6.66	2	3.32	13.17	<0.0001
Trat	7.71	4	1.92	7.63	<0.0001
Fecha*Trat	15.05	52	0.28	1.15	0.2323
Error	141.05	558	0.25		
Total	185.55	629			

Anexo 3. Promedio de número de picudo por tratamiento, Tonalá - Chinandega 2019

Trat	Media s	n	E.E.	Categorías	
4	1.28	126	0.04	A	
2	1.16	126	0.04	A	B
1	1.11	126	0.04		B C
3	1.07	126	0.04		B C

CV. 45.09 **R².** 0.24

Anexo 4. Análisis de la ANDEVA sobre Promedio del número de manos por racimos y dedos totales, Tonalá-Chinandega, 2019

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	1.60	2	0.80	2.67	0.1296
Tratamiento	0.40	4	0.10	0.33	0.8482
Error	2.40	8	0.30		
Total	4.40	14			

Anexo 5. Análisis de la ANDEVA sobre Promedio de numero de dedos totales, Tonalá-Chinandega, 2019

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	108.93	2	54.47	5.61	0.0301
Tratamiento	31.07	4	7.77	0.80	0.5582
Error	77.73	8	9.72		
Total	217.73	14			

Anexo 6. Análisis de la ANDEVA sobre Promedio de longitud de dedos, Tonalá-Chinandega, 2019

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	14,88	2	7,44	5,51	0,0313
Tratamiento	4,95	4	1,24	0,92	0,4990
Error	10,80	8	1,35		
Total	30,63	14			

Anexo 7. Análisis de la ANDEVA sobre Promedio de diámetro de dedos, Tonalá-Chinandega, 2019

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	0.01	2	4,8E-03	0.20	0.8191
Tratamiento	0.02	4	4,4E-03	0.19	0.9391
Error	0.19	8	0,02		
Total	0.22	14			

Anexo 8. Análisis de la ANDEVA sobre Promedio de peso de dedos, Tonalá-Chinandega, 2019

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	5944.91	2	2972.45	2.00	0.1981
Tratamiento	1472.26	4	368.06	0.25	0.9035
Error	119114.37	8	1489.30		
Total	19331.53	14			



Anexo 9. Trampas de disco obtenido de pseudotallo de una planta de plátano fresco con 12 cm de diámetro y 6 cm de altura



Anexo 10. Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) colocado en cámara húmeda



Anexo 11. Diámetro del dedo tomado con calibrador de variable con escala de 0-5 cm



Anexo 12. Longitud del dedo tomada con calibrador de cinta plástica cristal de polietileno, con capacidad de 0 a 30 cm



Anexo 13. Peso del dedo tomada con balanza electrónica Scout Pro DHAUS con capacidad de 4000 g