



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Trabajo de Tesis

**Manejo de insectos plagas en el cultivo del
frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con tres hongos
entomopatógenos, en la comarca de Sabana
Grande, Managua**

Autora

Br. Martha Daniela Payán Pérez

Asesor

Ing. MSc. Víctor Ramón Monzón Ruiz

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Abril, 2026

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Rosario Chavarría Sánchez
Presidente

MSc. Isaías Sánchez Gómez
Secretario

MSc. Jorge Gómez Martínez
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 19/09/2023

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado fortaleza y sabiduría necesaria en cada una de la etapa de mi vida para poder culminar el trabajo de investigación. A mi madre que con su amor y apoyo incondicional siempre estuvo ahí dando palabras de aliento. A mis hijos, hermanos, a mis amigas que me motivaron todo momento de flaqueza.

A todas las personas que de una u otra forma fueron parte de motivación en el proceso de este trabajo.

Br. Martha Daniela Payán Pérez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, por la sabiduría, por darme la fortaleza en todo momento para seguir adelante y poder cumplir con el estudio de tesis.

A mi madre Martha Lorena Pérez; por su amor, apoyo en todo momento; por darme palabras acertadas para la toma de decisión y comprensión. Por todo ese amor incondicional de toda la vida.

A mis hijos por ser los pilares e impulsore de mi vida. Henry Maltez, su gran apoyo ha sido fuerte en todo momento. Dámaso Maltez, mi Junior, has tenido que sacrificarte durante este tiempo. Los amos, son mis grandes tesoros y sostén de vida que Dios me dio.

A mis nietos, Dylan Maltez Payan y Zaid Maltez Payan.

A mis cuatros hermanos Carlos Omar Payan Pérez, Leonardo Javier Moreno Pérez, Denis Ramon Torrez Pérez y Gerald Enrique Torrez Pérez. A todos por ellos por brindar me apoyo en todo el proceso de mi preparación y culminación de estudio.

A mis Sobrinos: Daniel Payán y Antony Payán.

A mis amigas Fátima Polanco y Marisol Vanegas; por formar parte del equipo de estudio y estar en todo momento de mi carrera y formar parte de mi vida.

Así mismo a los docentes de la Universidad Nacional Agraria (UNA), por ser fuente de conocimientos a lo largo de mi aprendizaje y formación profesional, en especial, al docente **MSc; Ing. Víctor Monzón**, tutor de la presente investigación, por su paciencia y brindar me todo su apoyo para la culminación de este estudio. Gracias por todo.

Br. Martha Daniela Payán Pérez

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE 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 Generalidades del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L)	4
3.2 Importancia del cultivo	4
3.3 Origen del cultivo del frijol	4
3.4 Taxonomía del cultivo del frijol	5
3.5 Información de la variedad INTA rojo	5
3.5.1 Adaptabilidad	5
3.5.2 Requerimiento de agua	6
3.5.3 Etapa de desarrollo del cultivo de frijol	7
3.6 Problemas fitosanitarios del cultivo de frijol	7
3.6.1 Gallina ciega	9
3.6.2 Mosca blanca	9
3.6.3 Minador (<i>Liriomyza</i> spp)	10
3.6.4 Lorito verde (<i>Empoasca</i> spp)	10
3.6.5 La tortuguilla (<i>Diabrotica</i> spp)	11
3.7 Hongos entomopatógenos	11
3.7.1 Hongo <i>Beauveria bassiana</i>	11

3.7.2 Hongo <i>Metarhizium anisopliae</i>	12
3.7.3 Hongo <i>Isaria fumosorosea</i>	12
3.7.4 Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos	13
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	14
4.1. Ubicación del estudio	14
4.1.1 Caracterización de la comarca Sabana Grande, Managua	14
4.1 Diseño metodológico	15
4.2 Diseño experimental	15
4.3.1 Manejo agronómico	15
4.3 Descripción de los tratamientos evaluados	16
4.4.1 <i>Bauveria bassiana</i>	16
4.4.2 <i>Metarhizium anisopliae</i>	17
4.4.3 <i>Isaria fumosorosea</i>	17
4.5 Variables evaluadas	18
4.5.1 Recolección de datos	18
4.5.2 Análisis de datos	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
VI. CONCLUSIONES	32
VII. RECOMENDACIONES	33
VIII. LITERATURA CITADA	34
IX. ANEXOS	39

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Clasificación taxonómica del cultivo frijol	5
2	Requerimiento edafológico del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	6
3	Requerimientos promedios de agua según las etapas fenológicas de desarrollo del cultivo de frijol.	6
4	Etapas de desarrollo de la planta de frijol para las variedades que se cultivan en Nicaragua.	7
6	Descripción de los tratamientos y dosis evaluadas	17

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Presencia de plagas durante la etapa fenológica del cultivo del frijol (<i>P. vulgaris</i>) ciclos 05-77 días.	8
2	Ubicación geográfica del ensayo en la comarca Sabana Grande, Managua.	14
3	Promedio de mosca blanca (<i>B. tabaci</i>) en el cultivo de frijol (<i>P. vulgaris</i>)	20
4	Promedio de minador (<i>Liriomyza</i> spp) en el cultivo de frijol (<i>P. vulgaris</i>).	22
5	Promedio de salta hoja (<i>Empoasca</i> spp) en el cultivo de frijol (<i>P. vulgaris</i>).	24
6	Promedio de pulga saltona (<i>Epitrix</i> spp) en el cultivo de frijol (<i>P. vulgaris</i>).	26
7	Promedio de <i>Diabrotica</i> spp en el cultivo de frijol (<i>P. vulgaris</i>).	28
8	Promedio de <i>Chrysoperla</i> spp en el cultivo de frijol (<i>P. vulgaris</i>).	30

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Análisis de varianza y separación de media Tukey para las variables y tratamientos	39
2	Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	39
3	Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en minador (<i>Liriomyza</i> spp)	39
4	Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en salta hoja (<i>Empoasca</i> spp)	40
5	Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en pulga saltona (<i>Epitrix</i> spp)	40
6	Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en <i>Diabrotica</i> spp	40
7	Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en <i>Crysoperla</i> spp	41
8	Precipitación y Temperatura registrada en la zona del estudio en el período septiembre - diciembre 2021	41
9	Plano de campo	42

RESUMEN

El daño que causan las plagas en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L), es uno de los principales factores que afecta la producción a nivel nacional, debido a que atacan todos los órganos en las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo. El objetivo de la investigación es evaluar tres hongos entomopatógenos en el manejo de plagas del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L), en Sabana Grande, Managua, en la finca Los Ángeles. Para ello, se estableció un diseño de bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones y un total de 20 unidades experimentales (UE) donde se aplicó los tratamientos y un testigo sin aplicación, siendo estos productos a base de hongos como: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, e *Isaria fumosorosea*. La dosis utilizada fue de 0.03 kg h⁻¹ y agregando a la mezcla cinco ml de tween 80 por bomba de mochila de 20 litros. Se realizó un muestreo preliminar a los 10 días después de la siembra y luego se mantuvieron cada ocho días con sus correspondientes aplicaciones de los tratamientos, la primera aplicación se realizó a los ocho días después del muestreo preliminar. Las aplicaciones se realizaron de forma foliar cubriendo toda la planta. Las variables evaluadas fueron el promedio de *Bemisia tabaci* por planta, *Liriomyza* spp por planta, *Empoasca* spp por planta, *Epitrix* spp por planta, *Diabrotica* spp por planta y promedio de *Chrysoperla* spp por planta. Los datos fueron analizados en INFOSTAT versión profesional mediante ANDEVA y separación de Tukey ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos con la aplicación de hongos entomopatógenos muestran efecto significativo en el manejo de *B. tabaci*, *Liriomyza* spp, *Empoasca* spp con el tratamiento *Isaria fumosorosea*, en cambio *Metarhizium anisopliae* tuvo efecto significativo en el manejo de *Epitrix* spp y *Diabrotica* spp. Los tratamientos a base de hongos no presentaron efecto sobre *Chrysoperla* spp, estando presente en todas las etapas fenológicas del cultivo, evidenciando que no tuvieron efecto sobre insectos benéficos comprobándose de esta manera su uso en el cultivo de frijol.

Palabras clave: *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea*, *Metarhizium anisopliae*

ABSTRACT

The damage caused by pests in beans (*Phaseolus vulgaris* L) is one of the main factors affecting production at the national level, because they attack all organs at different stages of growth and development. The objective of the research is to evaluate three entomopathogenic fungi in the management of pests of the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L), in Sabana Grande, Managua, in the fine Los Angeles. To this end, a randomized complete block design (BCA) was established with four replicates and a total of 20 experimental units (UE) where treatments and a control without application were applied, these products being based on fungi such as: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Isaria fumosorosea*. The dose used was 0.03 kg h⁻¹ and adding five ml of tween 80 per 20-liter backpack pump to the mixture. A preliminary sampling was conducted at 10 days after planting and then they were maintained every eight days with their corresponding applications of the treatments, the first application was made at eight days after the preliminary sampling. The applications were made in foliar form, covering the entire plant. The variables evaluated were the average of *Bemisia tabaci* per plant, *Liriomyza* spp per plant, *Empoasca* spp per plant, *Epitrix* spp per plant, *Diabrotica* spp per plant and average *Chrysoperla* spp per plant. The data were analyzed in the professional version of INFOSTAT using ANDEVA and Tukey separation ($p < 0.05$). The results obtained with the application of entomopathogenic fungi show a significant effect on the management of *B. tabaci*, *Liriomyza* spp, *Empoasca* spp with the treatment *Isaria fumosorosea*, while *Metarhizium anisopliae* had a significant effect on the management of *Epitrix* spp and *Diabrotica* spp. The fungus-based treatments had no effect on *Chrysoperla* spp, being present in all phenological stages of the crop, evidencing that they had no effect on beneficial insects, thus proving their use in bean cultivation.

Keywords: *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea*, *Metarhizium anisopliae*

I. INTRODUCCIÓN

En el grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las más importantes en el mundo, por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimentaria. El consumo de frijoles es alto principalmente porque es un alimento relativamente económico estudios realizados por la Asociación de productores de Santa Lucía (ASOPROL 2009). En América Latina, África y Asia, el frijol es principalmente un cultivo a pequeña escala, donde predominan países en proceso de desarrollo los cuales producen aproximadamente el 77% de la producción mundial (Rosas, 2003).

En Nicaragua se siembran aproximadamente 348 mil manzanas de frijol por año (245 131.2 ha), con una producción estimada de 4 400 000 de quintales (equivalente a 440 000 000 kg), de los cuales el 45% se destina a la exportación por un valor de 73 800 000 dólares y el resto para el consumo interno, generando al país más de 400 000 empleos directos e indirectos que contribuyen directamente a la economía de las familias (Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional 2019-2023).

Los agricultores hacen uso de insumos químicos y sólo algunas fincas destinadas a la producción de semilla, son mecanizadas o usan insumos no químicos. La tendencia positiva que experimenta la producción se debe al aumento sustancial del área cosechada, tecnificación y manejo del cultivo (Rodríguez, 2012). Es impostergable implementar programas que promuevan el cambio tecnológico sustituyendo el uso de químicos por insumos eco-amigables, estudios realizados por la Fundación para el desarrollo tecnológico agropecuario y forestal (FUNICA, 2009).

Las plagas son factores limitantes de la producción del frijol ya que pueden atacar todos los órganos de la planta durante la etapa de crecimiento y reproducción, causando daños directamente en la fase vegetativa (23 días, 3.5 semanas) aparecen gallina ciegas (*Phyllophaga* spp), babosas (*Sarasinula plebeia*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), pulgones (*Myzus persicae*), minadores (*Liriomyza* spp), en la fase reproductiva (54 días, 7.5 semanas) el gorgojo. El daño ocasionado por estas plagas en las raíces o el talluelo no se observa sino hasta cuando ha

ocurrido. En este momento es poco lo que se puede hacer, por eso es importante tomar medidas preventivas (ASOPROL, 2019).

La aplicación de métodos biológicos para el control de insectos plagas que afectan a diversos cultivos, implica la búsqueda de microorganismos entomopatógenos eficaces, así como el desarrollo de metodologías para su multiplicación masiva, con el fin de producir biopreparados a bajo costo, los cuales puedan ser accesibles a la mayoría de los agricultores (De Lourdes Pacheco Hernández *et al*, 2019).

Los bioinsecticidas a base de hongo entomopatógeno han demostrado efectividad para el control de diversas plagas que atacan los cultivos. Sin embargo, es necesario que se evalúe la efectividad de estos productos en campo, en los cultivos en comunidades rurales (García & González, 2010). La importancia que tiene los hongos entomopatógenos como agente de control biológico, es que su ocurrencia natural generalmente es endémica, pero no es suficiente para lograr un completo control de las plagas, de modo que la incidencia natural puede ser complementada con aplicaciones aumentativas de estos hongos (Monzón, 2001).

Esta investigación se planteó con el propósito de valorar el manejo de plagas con el uso de tres hongos entomopatógenos como opción agroecológica en el frijol de la variedad INTA Rojo en la comarca Sabana Grande, departamento de Managua.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Brindar información de tres hongos entomopatógenos utilizados en el manejo de plagas en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad INTA Rojo en la comarca Sabana Grande, Managua.

2.2 Objetivos específicos

Determinar la fluctuación de insectos plagas importantes en el cultivo del frijol en la comarca Sabana Grande, Managua

Evaluar tres hongos entomopatógenos sobre el número de insectos plagas y benéficos que se presentan del follaje en el frijol

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Generalidades del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L)

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L) es una planta herbácea de tallo delgado de porte erguido y en espiral, hojas grande sencillas, lanceoladas, trifoliadas, flores blancas o amarillas en racimos y frutos en legumbres, largos y aplanados con varias semillas arriñonadas. también son una gran fuente de fibras, mineral y antioxidante (INTA,2009).

3.2 Importancia del cultivo

Nicaragua es el mayor productor de frijol en América Central. Su producción, en forma mayoritaria, proviene del cultivo de frijoles criollos con color de grano rojo claro, denominados color rojo-seda. Estos frijoles son producidos predominantemente en la región nor-oeste del país, conocida como Las Segovias y conformada por los departamentos de Estelí, Madriz y Nueva Segovia (SICTA, IICA y Cooperación Suiza en América Central, 2011).

El frijol es un cultivo importante para la alimentación humana por su alto contenido de proteína y generar empleo e ingresos a las familias rurales. Actualmente el consumo aproximado por persona se estima en 30.45 kg año⁻¹ (cálculo a partir de datos oficiales del Ministerio Agropecuario -MAG) lo que corresponde a 82 g día⁻¹ (Solís, 2017).

El fomento de agroecología como estrategia de desarrollo rural ha restaurado de la base productiva, desarrollo de la familia campesina y asegura nuestra soberanía alimentaria y el bienestar sostenible. Asumiendo que la producción de monocultivos tiene un gran impacto en la economía, en aras del bienestar social y ambiental, es apremiante el fomento de la Agroecología por parte del gobierno, la academia y el sector empresarial (Landeró *et al.*, 2016).

3.3 Origen del cultivo del frijol

El frijol silvestre (*Phaseolus* spp.) es originario de América. Los restos más antiguos del género fueron localizados en el continente americano, en Mesoamérica y en los Andes, ambas regiones distantes. Los frijoles localizados en esas regiones son genéticamente diferentes y derivan de un ancestro común de más de 100 mil años de antigüedad. Resultado de acontecimientos biológicos

e interacciones entre los humanos y las especies de *Phaseolus*, México es reconocido como centro de origen, domesticación y diversidad genética del frijol (Ayala *et al.*, 2021).

3.4 Taxonomía del cultivo del frijol

Desde el punto de vista taxonómico, el frijol es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es (*Phaseolus vulgaris* L.).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cultivo frijol

Información Taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>vulgaris</i> , L.
Nombre científico	<i>Phaseolus vulgaris</i> L

Fuente (INTA, 2009)

3.5 Información de la variedad INTA rojo

Adaptación y requerimientos edafoclimáticos del cultivo del frijol en las diferentes etapas de desarrollo.

3.5.1 Adaptabilidad

La variedad tiene amplia adaptación como lo han demostrado los trabajos regionales de frijol en diferentes países como Panamá, Costa Rica, Honduras El Salvador y Nicaragua. Los trabajos realizados en diferentes regiones han demostrado que tiene buen comportamiento en las Regiones del Pacífico Sur, Pacífico Norte, Las Segovia y Centro Sur (APROSOL, 2009).

El frijol se adapta en clima fríos y cálidos, pueden ser trepadoras y enanas. Se cultiva en suelos no muy salinos, con índice medio de lluvias (Escoto, 2004).

Cuadro 2. Requerimientos edafoclimáticos del frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Requerimiento	Descripción
Temperatura (°C)	20-27
Altitud (msnm)	50-1500
Precipitación (mm)	200-400
Textura	Franco, franco arcilloso, arcilloso, franco arenoso
Profundidad de los suelos (cm)	Profundos o moderadamente profundos
Pendientes %	0-15
Drenaje	Bueno
pH	6-7.5

Fuente: MAG-INETER 2010

3.5.2 Requerimiento de agua

El requerimiento de agua de las leguminosas es la cantidad necesaria para cumplir con la tasa de evapotranspiración para que pueda progresar. La tasa evapotranspiración es la cantidad de agua que se pierde en la atmosfera a través de las hojas de las plantas y la superficie del suelo.

Cuadro 3. Requerimientos promedios de agua según las etapas fenológicas de desarrollo del cultivo de frijol (mm)

Etapa	VO	V1	V2	V3	V4	V5	R6	R7	R8	R9
Duración (Día)	5	3	4	5	15	11	4	8	19	14
Requerimiento diario (mm)	1.6	1.7	2.0	2.3	3.3	4.1	4.25	3.5	2.5	0.4
Requerimiento de la etapa	9.3	5.1	8	13.8	49.5	45.1	17.0	28.0	47.5	5.6
Total, Fase vegetativa (mm)						85.7				
Total, Fase reproductiva (mm)										143.2
Total, del ciclo (mm)										228.9

Fuente: Programa regional CATIE/MIP AF Nicaragua 2020

3.5.3 Etapa de desarrollo del cultivo de frijol

La fase reproductiva se inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha; a pesar de ser esta fase eminentemente reproductiva, durante ella las variedades indeterminadas (Tipo II, III, y IV) continúan, aunque con menor intensidad, produciendo estructuras vegetales. A lo largo de las fases vegetativa y reproductiva se ha indicado 10 etapas bien definidas de desarrollo a como lo muestra el cuadro 4 (IICA,2009).

Las etapas de desarrollo del cultivo son diez días, cinco de desarrollo vegetativo y cinco de desarrollo reproductivo, siendo que el número de días para las variedades mejoradas actuales oscilan entre 62 a 77 días a maduras después de la siembra (INTA, 2009).

Cuadro 4. Etapas de desarrollo de la planta de frijol para las variedades que se cultivan en Nicaragua.

Fases	Etapas	Código	*DDS
Vegetativa	Germinación	V0	0-5
	Emergencia	V1	5-7
	Hojas primarias	V2	7-11
	Primeras hojas trifoliadas	V3	11-16
	Terceras hojas trifoliadas	V4	16-23
	Prefloración	R5	23-16
Reproductiva	floración	R6	32-32
	Formación de vainas	R7	36-44
	Llenados de vainas	R8	44-62
	Maduración	R9	62-77

Fuente: IICA, COSUDE, (2009)

DDS: días después de la siembra.

3.6 Problemas fitosanitarios del cultivo de frijol

Se debe realizar control de plagas desde antes de la siembra con el recuento de poblaciones de insectos del suelo. Durante el ciclo del cultivo el problema de *Diabrotica* spp y mosca blanca

(*Bemisia tabaci*) es el de mayor importancia por ser vector de virus, sino que también afectan el desarrollo de la planta al reducir el área de síntesis de la planta (INTA, 2020).

Son muchas las especies de insectos que se pueden encontrar asociadas al frijol. En el cultivo de frijol hay más de 200 especies de insectos que en algún momento pueden actuar en detrimento de la producción; sin embargo, su sola presencia en el cultivo no les da la connotación de plaga, concepto que involucra el aspecto económico (ASOPROL, 2009).

Según Escoto, (2004). Los principales problemas que enfrentan los productores del cultivo de frijol relacionados con el manejo integrado del cultivo son: ambiental por el uso de productos químicos, afectaciones económicas por plagas, enfermedades y la deficiencia de fertilizante. Las plagas son uno de los principales factores que afectan la producción del frijol ya que atacan en las etapas de crecimiento, producción y almacenamiento de este.

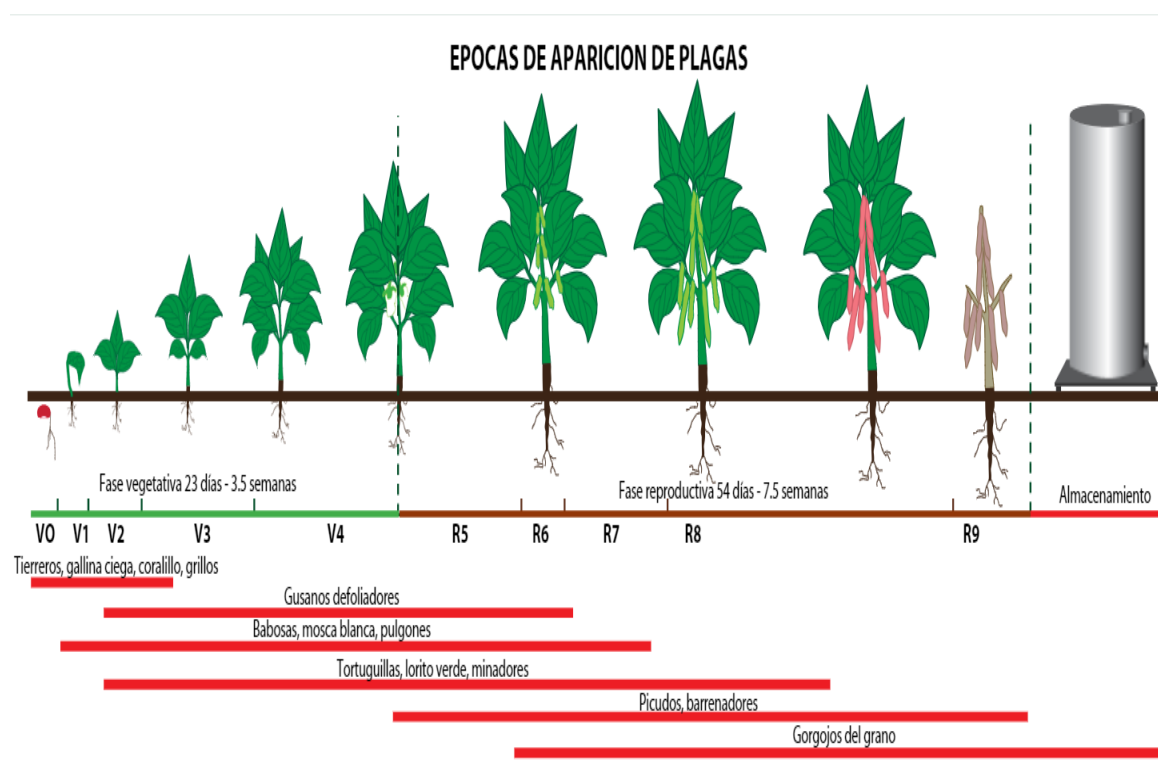


Figura 1. Presencia de las plagas durante las etapas del cultivo del frijol común (*P. vulgaris*) ciclos 05-77 días (IICA, 2010).

3.6.1 Gallina ciega

La gallina ciega (*Phyllophaga* spp). Es la plaga del suelo de mayor importancia económica, ya que ataca cultivos como el maíz, frijol, arroz, hortalizas entre otros: es decir la gallina ciega es polífaga. Las larvas atacan las semillas desde que comienzan a germinar, se alimentan de raíces y de la base de los tallos. En las áreas afectadas se observan mala germinación, plantas con poco desarrollo, con coloración amarillenta y marchitez. En campos severamente afectados pueden ocurrir pérdidas hasta el 100% entre los 7 y 10 días de la germinación (Escoto, 2011).

Los adultos son escarabajos, ronrones o cucarrones típicos, aparecen en las primeras lluvias mayo-junio, son atraídos por la luz. Para determinar la presencia de estas plagas en el suelo se debe hacer un muestreo de campo. El ataque normalmente ocurre en zonas localizadas del cultivo, por lo que se observan manchones de daños en la parcela. Esta plaga causa daños más frecuentes en suelos donde hubo pastos o césped (IICA, 2010).

3.6.2 Mosca blanca

La mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) pertenece a la familia: Aleyrodidae de la orden Hemiptera. Es un insecto chupador de amplia distribución mundial, se considera la especie más difundida y dañina (Escoto, 2011).

Los adultos colonizan las partes jóvenes de la planta, realizando las posturas en el envés de la hoja, de donde emergen las primeras ninfas que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estados ninfales y uno de pupa. Los daños directos como amarillamiento y debilitamiento de la planta son ocasionados por ninfas y adultos al alimentarse absorbiendo la sabia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la formación de fumagina sobre la melaza que producen al alimentarse, manchando y dañando los frutos, así como dificultando el desarrollo normal de las plantas (IICA, 2010).

La importancia económica del control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el frijol es por la transmisión de geminivirus (mosaico dorado). Si las plantas son infectadas antes de la floración, hay abortos prematuros de las flores y deformaciones de las vainas. Las semillas presentan

manchas y deformaciones y el peso disminuye. Las pérdidas por esta enfermedad pueden alcanzar hasta el 100% (Escoto, 2011).

3.6.3 Minador (*Liriomyza* spp)

El minador (*Liriomyza* spp) es una de las plagas polífagas que puede llegar a ser muy limitante para el cultivo de frijol, ya que ocasiona daños importantes en las primeras fases de su desarrollo, que reducen el proceso fotosintético de la planta (De Oro *et al.*, 2021).

Los adultos son moscas diminutas (1-2 mm), de color oscuro y manchas amarillas en la cabeza y entre las alas. Los huevos son puestos dentro del tejido de las hojas. Las larvas son de color crema amarillento, vermiformes, sin patas. Viven en minas o galerías que hacen en las hojas. Las pupas se encuentran en el suelo o adheridas a las hojas y viven de 20 a 25 días (Escoto, 2004).

El daño está relacionado con el hecho de que las hembras perforan las superficies de las hojas del frijol para ovipositar, y posteriormente las larvas se alimentan de la parte externa de la hoja, produciendo minas o caminos. Al principio, estos insectos son transparentes y después se tornan de color café; su ataque puede ser tan fuerte que llega a ocasionar la caída parcial o total de las hojas (De Oro *et al.*, 2021). En infestaciones severas hay amarillamiento en el follaje, se pueden observar muchas galerías o minas de color claro y caída de hojas, por tanto, estas plantas afectadas disminuyen el rendimiento (Escoto, 2011).

3.6.4 Lorito verde (*Empoasca* spp)

El lorito verde (*Empoasca kraemeri*) también denominado como ‘salta hojas’. Esta plaga con incidencia elevada influye en el crecimiento y desarrollo de la planta. Su verdadero daño no es tanto por el número, sino que la saliva que le inyecta a la planta en el proceso de alimentación, ya que es fitotóxica y el frijol es muy sensible a ello que llega a provocar un encorvamiento de las hojas que posteriormente se encrespan y los márgenes de las hojas primarias se tornan amarillos. La planta se retrasa en su crecimiento y presenta síntomas parecidos a los causados por el virus (Escoto, 2004).

Los efectos causados son parecidos a los síntomas de los geminivirus. Sin embargo, hasta el momento no se conocen informes que indiquen que este insecto transmite algún virus. Como

consecuencia del ataque el rendimiento se reduce y si no se controlan en un periodo largo o si el ataque empieza temprano se puede perder el cultivo completamente (Escoto, 2011).

3.6.5 La tortuguilla (*Diabrotica* spp)

La tortuguilla (*Diabrotica balteata*), denominada también malla, vaquita. El adulto se alimenta de las hojas, flores y vainas tiernas del frijol, produciendo agujeros irregulares en las hojas y desfoliando las plantas recién germinadas, por lo que las plantas pueden morir por la defoliación es severa (Escoto,2004). La *Diabrotica*, es crítico en los primeros 20 días. Los daños se ven como perforaciones redondeadas. El daño más severo es en plantas pequeñas, puesto que éstas son más débiles y tienen pocas hojas. es transmisor de varios virus entre ellos el Virus del Mosaico Severo del Frijol. En caso de infestaciones severas, los rendimientos pueden ser reducidos en 25 a 30 % (IICA,2010).

3.7 Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control natural de insectos plagas. Prácticamente, todos los insectos son susceptibles a algunas de las enfermedades causadas por estos hongos. Se conocen aproximadamente 100 géneros y 700 especies de hongos entomopatógenos. Entre los más importantes están: *Metarhizium*, *Beauveria bassiana*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Zoopthora*, *Erynia*, *Eryniopsis*, *Akanthomyces*, *Fusarium*, *Hirsutella*, *Hymenostilbe*, *Paecilomyces* y *Verticillium* son los hongos mayormente estudiados y utilizados ampliamente en el control de insectos (Monzón, 2001).

Los hongos entomopatógenos se caracterizan por vivir como parásitos dentro y fuera de su hospedero en el insecto y de forma saprofitos en la vegetación en su proceso de descomposición (Pucheta et al., 2006), es por esas características que se hace posible la reproducción de este agente biológico.

3.7.1 Hongo *Beauveria bassiana*

Fernández (2020), señala que *Beauveria bassiana* fue descubierto en 1834 por el entomólogo italiano Agostino Bassi cuando observó por primera vez la enfermedad de la muscardina blanca

en el gusano de seda (*Bombix mori*); esta enfermedad causaba en el insecto su muerte repentina, además el no identificado patógeno podía ser transmitido por contacto y su crecimiento se veía favorecido por condiciones ambientales tales como humedad y clima cálido.

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (muscardina blanca), infecta una gran diversidad de familias de insectos, pero especialmente Coleópteros y Lepidópteros. Entre las plagas para las cuales se aplica más *B. bassiana*, están la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), el picudo del algodón (*Anthonomus grandis*), el picudo del chile (*Anthonomus eugenii*), el escarabajo de la papa (*Leptinotarsa decemlineata*), *Cydia pomonella* en manzana, el barrenador europeo del maíz (*Ostrinia bilialis*), un gusano de los pinos (*Dendrolimus* spp.), la broca del café (*Hypotenemus hampei*), el picudo de la caña de azúcar (*Metamizus hemipterus*), el gorgojo de la caña de azúcar (*Sphenophorus levis*), el barrenador gigante de la caña de azúcar (*Castnialicus*), el picudo del plátano (*Cosmopolites sordus*) y diferentes especies de chinches y salta monte (Pucheta *et al.*, 2006).

3.7.2 Hongo *Metarhizium anisopliae*

Es uno de los géneros más estudiados y usados de manera intensiva como agente de control biológico en insectos plaga, no es perjudicial para el ambiental y la fauna benéfica. El conocimiento de la ecología y la biología de este género fúngico impulsaron su uso como agente de control biológico (Gato-Cárdenas *et al.*, 2017).

El origen del *Metarhizium*, es un género que fue descrito por Sorokin en 1883, como un hongo perteneciente a los hongos imperfectos, hay hongos anamórficos o conidiales, ya que su fase sexual o perfecta no se conocía y su taxonomía aún no es completamente clara (Alvarez & Gutiérrez, 2020). El hongo *Metarhizium anisopliae* es uno de los principales entomopatógenos empleados como bioinsecticida. Este hongo tiene, un amplio rango de insectos hospederos de diferentes órdenes, entre los que se incluyen plagas de lepidópteros de importancia agrícola (Márquez *et al.*, 2016).

3.7.3 Hongo *Isaria fumosorosea*

Isaria fumosorosea, anteriormente denominado *Paecilomyces fumosoroseus*, es un agente de control biológico prometedor, pues es capaz de parasitar insectos de más de 25 familias

diferentes, incluyendo trips, moscas blancas, pulgones, coleópteros, lepidóptero (Buena *et al.*, 2006).

Isaria fumosorosea fue descrita por primera vez por Wize en 1904, cuando lo aisló de una larva del picudo de la remolacha *Cleonus punctiventris* en Ucrania. Posteriormente basándose en el estudio monográfico del género *Paecilomyces* realizado por Samson en 1974, *I. fumosorosea* se incluyó en la sección denominada *Paecilomyces sect. isarioidea* y desde entonces se le denominó *Paecilomyces fumosoroseus* por muchos años (Gato-Cárdenas *et al.*, 2017). Se ha utilizado para el control de plagas que afectan a cultivos de gran importancia económica, entre ellas se encuentra *Bemisia tabaci* (mosca blanca), *Liriomisa trifolli* Burgues, las termitas y *Thrips palmi* Kani (Carr *et al.*, 2003).

3.7.4 Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos

Los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los hongos entomopatógenos y los insectos no son fáciles; sin embargo, la mayoría de los hongos de plantas y vertebrados infectan al hospedante a través de la cutícula. El contacto entre la unidad infectiva del entomopatógeno y el insecto es indispensable para el inicio del proceso infeccioso. Adhesión de la conidia a la cutícula del insecto es la unidad infectiva del hongo o conidia con la superficie del insecto (hospedero). Esta interacción depende de la sustancia mucilaginosas que rodean el conidio, de la enzima que harán posible la penetración del hongo dentro del huésped y de las características morfológica del tegumento. El tiempo de germinación dependiendo de la cepa es de 12 a 20 horas (Gómez *et al.*, 2014).

Una vez que el hongo llega en el hemocele, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, en forma de levaduras o desarrollo por gemación, produciendo formas miceliales libres y unicelulares llamados blastoporas (Gómez *et al.*, 2014). Este proceso sucede en 3 a 4 días después de la inoculación (Solera, 2017). La Producción de toxinas, que se da en el interior del insecto, pueden ser enzimas, las cuales son secretadas en cantidades significativas en el cuerpo del insecto como en medios de cultivo, o metabolitos secundarios, cuya producción es una propiedad genética de los hongos, pudiendo ser afectada por diferentes factores como nutrientes, pH, temperatura, entre otros. Con la muerte del insecto finaliza la fase parasítica y se inicia la fase saprofítica (Gómez *et al.*, 2014).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El área donde se realizó la investigación se encuentra ubicado en la comarca Sabana grande, al Sureste del Distrito VII de la ciudad de Managua, es un sitio con potencial agrícola y acuífero. La comarca se sitúa a nueve kilómetros del municipio de Managua, esta limita al norte con el aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino, al sur y al este con la comarca Veracruz y al oeste con los Laureles (Fundación Amigos del Rio San Juan [FUNDAR], 2012). El área donde se estableció el ensayo se localiza en las coordenadas Latitud norte: 12°06'19" y Longitud oeste: 86°09'39".

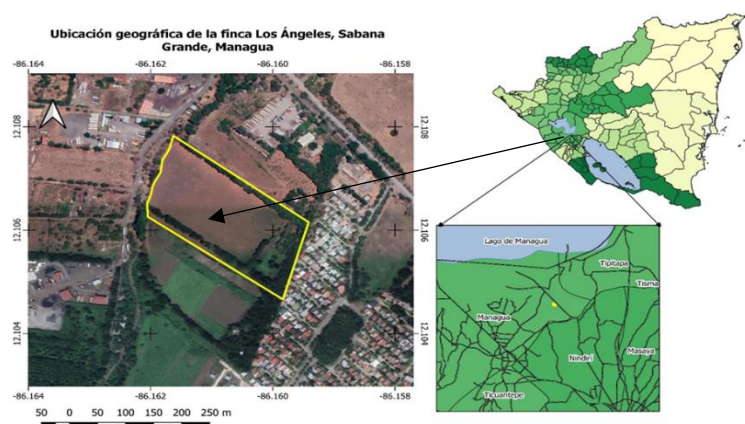


Figura 2. Ubicación geográfica del ensayo en la comarca Sabana Grande, Managua

4.1.1 Caracterización de la comarca Sabana Grande, Managua

Sabana Grande posee un clima caliente y subhúmedo con lluvia en verano. Este clima predomina en toda la región del Pacífico y se caracteriza por tener una estación seca (de noviembre a abril) y otra lluviosa (de mayo a octubre). Esta zona climática presenta un rango de altitud (300 a 500 m.s.n.m.) y un régimen de temperatura (24 a 27 °C). El régimen de precipitación varía de 800 a 1,200 mm. El riesgo climático para la actividad agropecuaria en esta zona es moderado. El uso que se le da al suelo, además del uso urbano, es la agricultura, sobre todo de maní. Sabana Grande es de vital importancia para el resto de la ciudad por su manto acuífero, en ella se localizan alrededor de 15 pozos que proveen de agua a gran parte de la ciudad. La topografía del sitio es plana a casi plana (pendiente de 0 a 8 %), no presenta accidentes marcados, las variaciones de pendientes son mínimas en el sitio, los suelos son pardos

grisáceos o pardos oscuros profundos (60 a 90 cm), posee permeabilidad moderadamente rápida (FUNDAR, 2012).

4.1 Diseño metodológico

El cultivo de frijol (variedad INTA rojo), se sembró al final del período lluvioso que corresponde al ciclo de postrera de septiembre hasta la cosecha en noviembre y diciembre del 2021. El suelo es plano y bien drenado. La distancia de siembra fue de 50 centímetros entre surco y 20 centímetros entre planta. La siembra fue de forma manual en surco, plantando dos semillas por golpe.

La variedad de frijol utilizada fue INTA rojo, desarrollada por la Escuela Panamericana de Honduras, El Zamorano a partir del cruce entre INTA Canela y DICTA 105. La variedad INTA Canela es bien conocida por su rendimiento, adaptación resistencia a plagas y enfermedades. DICTA 105 proviene de cruces con desarrural para color de grano, adaptación amplia y tolerancia al picudo de la vaina (INTA, s.f).

4.2 Diseño experimental

El diseño fue en factorial en bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones 16 unidades experimentales (UE) correspondiente a cuatro tratamientos (tres hongos y un testigo absoluto). Cada UE con un área de 40 m² (8 m largo x 5 m ancho) conformada por 16 surcos. La distancia entre surco fue de 50 cm y 20 cm entre planta. Cada surco con 40 plantas para un total de 640 plantas de frijol por UE. El espacio entre cada UE fue de un metro. Cada bloque con un área de 160 m² (40m² de cada UE x 4 UE) y se dejó un metro entre cada bloque.

El área total del experimento fue de 640 m² (160 m² de cada bloque x 4 bloques). El número total de plantas en todo el experimento fue de 10 240 (640 plantas por UE x 16 UE). La densidad poblacional por hectáreas fue de 160 000 plantas de frijol.

4.3.1 Manejo agronómico

Preparación del terreno: Esta actividad se realizó con la implantación de maquinaria utilizando un pase de grada, luego dos pases de arado mediante tracción animal. Se delimitó cada bloque y tratamiento del experimento usando estacas y lienzas.

Prueba de germinación: Para hacer esta prueba se tomó un recipiente con perforaciones y se llenó con arena, se contaron 100 semillas distribuidas en el recipiente uniformemente a una profundidad no mayor de dos centímetros y medio, procediendo a cubrirlas con arena, se evitó compactar la arena sobre las semillas, el riego fue diario y al quinto día se inició el conteo de germinación con al menos el 80% de semillas germinadas, para asegurar el éxito de la siembra en el campo.

Control de malezas: El control de malezas se realizó de forma manual a los 15 días antes de la siembra y durante todas las etapas fenológicas del cultivo de frijol, evitando afectar su rendimiento. El período crítico de competencia de malezas ocurre entre los 25-30 días de sembrado el cultivo.

Manejo de insectos plagas: Se realizó antes de la siembra con recuento de poblaciones de insectos plagas del suelo a través del método pie cubico y durante del ciclo fenológico del cultivo se realizaron muestreos preliminares a los 10 días para identificar la presencia de defoliadores y chupadores. En el manejo de insectos plagas se aplicó cada ocho días producto biológico a base de hongos entomopatógenos como: *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *Isaria fumosorosea* a cada una de las parcelas.

4.3 Descripción de los tratamientos evaluados

4.4.1 *Bauveria bassiana*

El tratamiento con el hongo *Beauveria bassiana*, se obtuvo de la cepa 114 del picudo negro (*Cosmopolitis sordidus*) elaborado en el laboratorio de hongo entomopatógeno de la Universidad Nacional Agraria. Se pesó el tratamiento en una balanza digital la dosis que fue utilizada de 0.03 kilogramos y se le agrego cinco ml de tween 80 vertiendo en una botella de un litro de agua agitándose para obtener una mezcla homogénea. Posteriormente, se depositó la mezcla en la bomba de mochila de 20 L y se asperjó sobre el cultivo de forma foliar específicamente en el envés de la hoja.

4.4.2 *Metarhizium anisopliae*

El tratamiento con el hongo *Metarhizium anisopliae*, se obtuvo de la cepa MR aislada de salivazo (*Aeneolamia* spp), producto elaborado en sustrato de arroz en el laboratorio de hongo entomopatígeno de la Universidad Nacional Agraria.

Se pesó el tratamiento en una balanza digital la dosis que fue utilizada de 0.03 kilogramos y se le agregó cinco ml de tween 80 vertiendo en una botella de un litro de agua agitándose para obtener una mezcla homogénea. Posteriormente, se depositó la mezcla en la bomba de mochila de 20 L y se asperjó sobre el cultivo de forma foliar específicamente en el envés de la hoja.

4.4.3 *Isaria fumosorosea*

El tratamiento con el hongo *Isaria fumosorosea*, se obtuvo de la cepa MB aislada de *Bemisia tabaci*, producto elaborado en sustrato de arroz en el laboratorio de hongo entomopatígeno de la Universidad Nacional Agraria. Se pesó el tratamiento en una balanza digital la dosis que fue utilizada de 0.03 kilogramos y se le agregó cinco ml de tween 80 vertiendo en una botella de un litro de agua agitándose para obtener una mezcla homogénea. Posteriormente, se depositó la mezcla en la bomba de mochila de 20 L y se asperjó sobre el cultivo de forma foliar específicamente en el envés de la hoja.

Se realizaron seis aplicaciones durante todo el ciclo fenológico del cultivo del frijol, con intervalo de ocho días para cada uno de los tratamientos e igual número de muestreos hasta culminar con la cosecha.

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos y dosis a evaluadas

Tratamientos	Descripción	dosis kg ha ⁻¹
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	0.3
T2	<i>Metarhizium anisopliae</i>	0.3
T3	<i>Isaria fumosorosea</i>	0.3
T4	Testigo absoluto	sin aplicación

4.5 Variables evaluadas

- Promedio de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) por planta
- Promedio de minador (*Liriomyza* spp) por planta
- Promedio de salta hojas (*Empoasca* spp) por planta
- Promedio de pulga saltona (*Epitrix* spp) por planta
- Promedio de *Diabrotica* spp por planta
- Promedio de *Chrysoperla* spp por planta

El promedio de insectos por planta: se determinó sumando todos los insectos encontrados por fecha de muestreo en cada uno de los tratamientos entre el total de plantas muestreadas.

4.5.1 Recolección de datos

Para recolectar la información en campo, se contó con una hoja de colecta de datos, donde se registraron los insectos encontrados en cada tratamiento. Para la toma de datos se aplicó el método de muestreo visual realizando observaciones directas a 10 plantas tomadas al azar en cada unidad experimental. Los muestreos se realizaron cada ocho días después de los 20 días de la siembra en la fase vegetativa, etapa fenológica V4 (Tercera hoja trifoliada) hasta terminando en la fase reproductiva, etapa fenológica R9 (maduración).

4.5.2 Análisis de datos

Los datos fueron analizados en el software estadístico INFOSAT versión libre 2020. Los datos fueron transformados $\sqrt{x+0.5}$ (raíz cuadrada de $x + 0.5$). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) a un cinco por ciento de error ($p < 0.05$). Se realizó prueba de separación de medias Tukey al presentar diferencia estadística entre los tratamientos y fechas de muestreos en las variables evaluadas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Promedio de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) por planta

El análisis de varianza muestra diferencia significativa en la variable *B. tabaci* ($p < 0.0001$). El tratamiento tres, *I. fumosorosea* obtuvo el menor Promedio de *B. tabaci* con un promedio de 0.52 insectos por planta y el mayor promedio de *B. tabaci* se presentó en el tratamiento cuatro, testigo (sin aplicación) con un promedio de 1.02 insectos por planta (Anexo 1).

La incidencia de *B. tabaci* fue alto la fluctuación a los 24 dds en la fase de vegetación de la etapa de la prefloración (R6) y estuvo presente en todas las etapas fenológica del cultivo y en todos los tratamientos. El mejor tratamiento para el manejo de mosca blanca se obtuvo con el hongo *I. fumosorosea*, esto se debe a que este hongo ha sido reportado afectando insectos hemípteros y según estudios realizados por Macías *et al.*, (2013) donde evaluaron la patogenicidad de diversos hongos en *B. tabaci*, obtuvieron 97% de mortalidad con la aplicación del hongo *I. fumosorosea*. Por otro lado, Grandarilla *et al.*, (2013), sugiere *I. fumosorosea* con 25% y *Beauveria bassiana* con 20%, tienen mayor efecto en adulto de mosca blanca, estos resultados coinciden con los obtenidos en este estudio donde *I. fumosorosea* fue el tratamiento con mayor eficiencia en el control de mosca blanca (Figura 3).

En un estudio realizado por Macías *et al.*, (2013), afirma que la mortalidad ocasionada por el hongo *I. fumosorosea* en los estados ninfales, huevo y pupa, muestra el potencial que tiene el hongo para ser utilizado como agente microbiológico en el control de mosca blanca en el cultivo de frijol. En la presente investigación, se observó una reducción de la población de mosca blanca ocasionada por el hongo *I. fumosorosea*, superior a la observada en el testigo durante el muestreo.

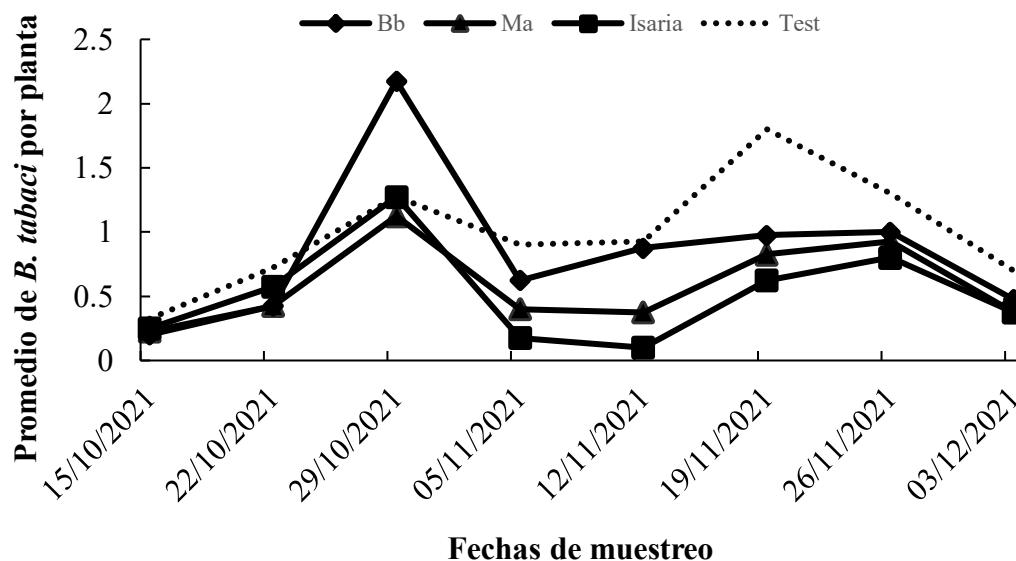


Figura 3. Promedio de mosca blanca (*B. tabaci*) en el cultivo de frijol (*P. vulgaris*)

El análisis de varianza muestra diferencia significativa entre fechas de muestreo con la variable *B. tabaci* ($p < 0.0001$). En la fecha del 15 de octubre a los ocho dds, en la fase vegetativa (etapa de la emergencia) y el tres de diciembre a los 44 dds en la fase reproductiva (etapa de formación de vaina), se presentaron los menores números de *B. tabaci* con un promedio de 0.83 y 0.91 insectos por plantas y el mayor número de *B. tabaci* se presentó en la fecha del 29 de octubre a los 24 dds en la fase vegetativa (etapa de la prefloración), con un promedio de 1.28 insectos por plantas, seguido de la fecha del 26 de noviembre, con un promedio de 1.16 insectos por plantas (figura 3, anexo 1). El nivel crítico de la *B. tabaci* para manejar cero tolerancias debido a que es un vector de enfermedad viral. Es por eso por lo que se debe de hacer control desde que se encuentre una sola mosca blanca en el cultivo (IICA, 2010).

La población de *B. tabaci*, estuvo presente en cada uno de los muestreos y en todos los tratamientos evaluados. Sin embargo, su población varió en la fecha de muestreos y tratamiento evaluado del 22 de octubre al 05 de noviembre 32 dds fase de reproductiva etapa de emergencia (V1) reduciendo gradualmente la población de *B. tabaci*, en muestreos de las siguientes etapas de desarrollo del cultivo del frijol.

Los resultados de la separación de media en los tratamientos indica que los productos a bases de hongo entomopatógeno mostraron un comportamiento similar entre ellos para el control de

mosca blanca siendo el tratamiento *Isaria fumosorosea* el que fue eficiente debido al efecto de los tratamientos utilizados mediante aplicaciones inoculativa. Aunque Vázquez *et al.*, (2007), hace referencia a que, una de las estrategias de control biológico es a través de aplicaciones inundativa de hongos entomopatógenos.

Estudio realizado por Borst & Rodríguez, (2018) comparó la fluctuación poblacional de *B. tabaci* en el periodo de septiembre a noviembre en el cultivo de pipián y observó que las poblaciones de este insecto se encontraron en todas las fechas de muestreos, siendo la mayor población en los últimos días de septiembre. Esto coincide con el presente estudio, donde las poblaciones de *B. tabaci* se presentaron en todas las fechas de muestreo y en mayor población en el mes de octubre (24 dds) en la fase vegetativa (prefloración) etapa crítica del cultivo.

Estudio realizado por Murguido *et al.*, (2002), plantea que, mosca blanca aparece desde el primer par de hojas primarias (V2) y se incrementa hasta 0,5 mosca por planta a los treinta y cinco días después de la siembra en la etapa prefloración (R5). Caso que coincide con este estudio, presentando incidencia de mosca blanca en la etapa de la prefloración, con la diferencia que se incrementa a los 34 días después de la siembra en la etapa prefloración (R5), esto se debe a la etapa fenológica del cultivo, la presencia de malezas y escasas de lluvia en combinación con altas temperaturas (Anexo 8).

Promedio de minador (*Liriomyza* spp) por planta

El análisis de varianza muestra diferencia significativa en la variable promedio de *Liriomyza* spp ($p < 0.0001$). El tratamiento, *I. fumosorosea* obtuvo el menor número de *Liriomyza* spp con un promedio de 0.49 insectos por planta y el mayor número de *Liriomyza* spp se presentó en el tratamiento Testigo (sin aplicación) con un promedio de 1.84 insectos por planta (Anexo 1).

La incidencia de minador (*Liriomyza* spp) fue alto a los 24 dds en la etapa de la prefloración y estuvo presente en todas las etapas fenológicas del cultivo y en todos los tratamientos. El mejor tratamiento para el manejo minador (*Liriomyza* spp) se obtuvo con el hongo *I. fumosorosea*, esto se debe a que el hongo ha demostrado el control que tiene en diferentes plagas como lo es en hemípteras. Prácticamente, todos los insectos son susceptibles a algunas de las enfermedades causadas por estos hongos inclusive los dípteros (Dávalos, 2021).

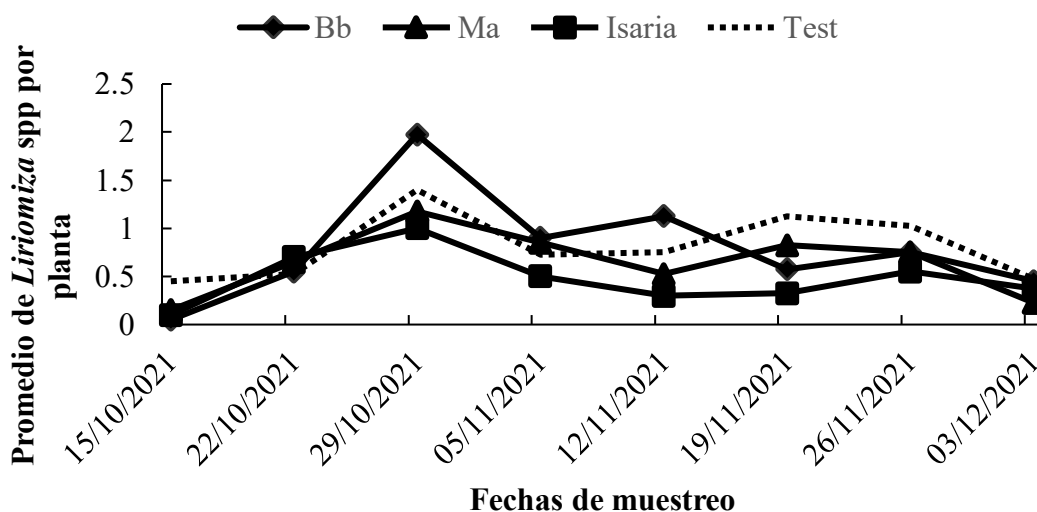


Figura 4. Promedio minador (*Liriomyza* spp) en el cultivo de frijol (*P. vulgaris*)

El análisis de varianza muestra diferencia significativa entre fechas de muestreo con la variable promedio de *Liriomyza* spp ($p < 0.0001$). En la fecha del 15 de octubre (8dds) en la fase vegetativa (etapa de la emergencia), se presentó el menor número de *Liriomyza* spp. con un promedio de 0.76 insectos por planta y el mayor número de *Liriomyza* spp se presentó en la fecha del 29 de octubre (24 dds) en la fase vegetativa (etapa de prefloración), con un promedio de 1.28 insectos por planta, seguido de la fecha del 26 de noviembre, con 1.02 insectos por planta (Figura 4, Anexo 3).

La población de *Liriomyza* spp, estuvo presente en cada uno de los muestreos y en todos los tratamientos evaluados. Sin embargo, su población varía en la fecha de muestreo y tratamiento evaluado del 22 de octubre al 05 de noviembre a los 32 dds, en la fase reproductiva (etapa de emergencia) reduciendo gradualmente la población de *B. tabaci*, en muestreos de las siguientes etapas de desarrollo del cultivo del frijol.

Investigación realizada por Dávalos (2021), en bioensayo para el manejo *Liriomyza huidobrensis* en crisantemo (*Chrysanthemum* spp.), se obtuvieron valores de infestación de 81.6%, por lo que cabe considerar que *I. fumosorosea* tuvo un control eficaz sobre el minador de hoja. En cambio, en la presente investigación realizada en campo se encontró baja incidencia de minador después de la fecha 12 de noviembre a los 48 días después de la siembra en la fase

de reproductiva en su etapa de formación de las primeras hojas trifoliadas (R8) con un promedio de 0.76 insectos por planta, lo que muestra la efectividad de *I. fumosorosea* en la plaga minador.

Promedio de salta hoja (*Empoasca* spp) por planta

El análisis de varianza muestra diferencia significativa en relación con la variable promedio de *Empoasca* spp ($p < 0.0006$). El tratamiento (tres), *I. fumosorosea* obtuvo el menor número de *Empoasca* spp con un promedio de 0.32 insectos por planta y el mayor número de *Empoasca* spp se presentó en el tratamiento (uno) Testigo (sin aplicación) con un promedio de 0.91 insectos por planta (Anexo 1).

La incidencia de salta hojas (*Empoasca* spp) fue alto a los 24 dds en la etapa de la prefloración y estuvo presente en todas las etapas fenológicas del cultivo y en todos los tratamientos. El mejor tratamiento se obtuvo del hongo *I. fumosorosea* esto se debe a que el hongo ha demostrado su eficiencia en esta plaga. De acuerdo con Macías *et al.*, (2013), el hongo *I. fumosorosea* ha demostrado el potencial como agente microbiológico para el control de insecto plagas pertenecientes a diferentes órdenes.

Investigación realizada en laboratorio por Mur *et al.*, (2015), donde aplicaron productos biológicos para el manejo de *Empoasca* spp en el cultivo del frijol, obtuvieron una efectividad técnica de 88% al utilizar *Metarhizium anisopliae*, para la regulación *Empoasca kraemeri*, aunque en nuestros resultados fue el hongo *I. fumosorosea* por lo que se demuestra que ambas alternativas biológicas pueden ser utilizadas como medida de manejo para la plaga salta hojas (*Empoasca kraemeri*), en el cultivo del frijol.

Según De Lourdes Pacheco Hernández *et al.* (2019) el uso del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, (cepa 11) como control biológico, ha tenido grandes resultados en el control de *E. kraemeri*, contrario a este estudio realizado donde los mejores resultados se obtuvieron en el hongo *I. fumosorosea*. Ramírez *et al.* (2019, reportan en su estudio que los salta hojas aparecen en la fase de tercera hoja trifoliada (V4), coincidiendo con Murguido *et al.*, (2002) y en la presente investigación. La población de esta plaga presentó tendencias a incrementarse hacia la fase de floración (R6) y se incrementa hacia los 40 días después de la siembra en la fase reproductiva en la etapa de hojas primarias (R7).

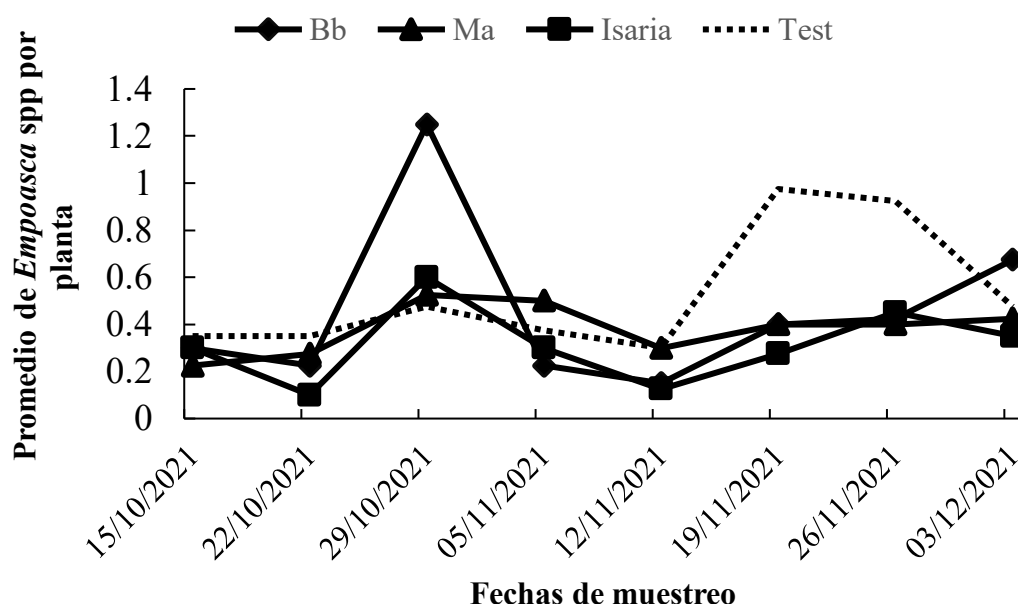


Figura 5. Promedio *Empoasca* spp (salta hoja) en el cultivo de frijol (*P. vulgaris*)

El análisis de varianza muestra diferencia significativa entre fechas de muestreo con la variable promedio de *Empoasca* spp ($p < 0.0001$). En la fecha del 12 de noviembre 40 dds en fase reproductiva (etapa de formación de vainas), se presentó el menor número de *Empoasca* spp con un promedio de 0.81 insectos por planta y el mayor número de *Empoasca* spp se presentó en la fecha 29 de octubre (24 dds) en la fase vegetativa etapa de floración (R6), con un promedio de 1.01 insectos por planta, seguido de la fecha del 26 de noviembre, con 0.96 insectos por planta. (Figura 5, Anexo 4). El nivel crítico de *Empoasca* spp para su manejo es de un adulto por planta o tres o más ninfa por cada 10 plantas muestreada. Para evaluar el número de chicharrita se mueve el follaje de las plantas con la mano (IICA, 2010).

La población de *Empoasca* spp. estuvo desde el primer muestreo, ya que este se presenta en todo el ciclo de vida del cultivo y se incrementa después de la aparición de las hojas trifoliadas a los 21 dds de la fase vegetativa de la etapa de tercera hojas trifoliadas (V4), que coincide con lo planteado por Murguido *et al.*, (2002), quien refiere que este insecto se incrementa a los 40 dds en la fase Reproductiva etapa de formación de vaina (R7) y alcanzan poblaciones superiores a cinco individuos por planta, caso contrario en la presente investigación donde la mayor población fue de 1.01 insectos por planta por lo que no llegó al nivel crítico.

En las investigaciones efectuadas por Murguido *et al.*, (2002) en fecha tardía (diciembre febrero) el incremento inicial de la plaga fue lento y el pico poblacional ocurrió entre los 42 y 49 días de la brotación con una densidad poblacional de 34 adultos. La incidencia de este insecto es insignificante en las siembras tempranas, pero muy intensa en la intermedia y en la tardía.

Según Murguido *et al.*, (2002), en la siembra tardía los salta hojas incidieron a los cinco días después de la siembra con baja incidencia (0.3 individuos/planta) incrementándose hasta los 15 días después con valor moderado (1.0 individuos/planta), similar al estudio realizado.

Promedio de pulga saltona (*Epitrix* spp) por planta

El análisis de varianza muestra diferencia significativa en relación con la variable promedio de *Epitrix* spp ($p < 0.0001$). El tratamiento dos, *Metarhizium anisopliae* obtuvo el menor número de *Epitrix* spp con un promedio de 0.25 insectos por planta y el mayor número de *Epitrix* spp se presentó en el tratamiento uno, en el tratamiento cuatro, Testigo (sin aplicación) con un promedio de 0.56 insectos por planta (Anexo 1).

La incidencia de *Epitrix* spp fue más alta en el testigo absoluto a los 56 dds en la fase reproductiva de la etapa de llenado de vaina (R8) y estuvo presente en todas las etapas fenológica del cultivo y en todos los tratamientos. El mejor tratamiento para el manejo de *Epitrix* spp se obtuvo con el hongo *Metarhizium anisopliae*. Se ha reportado que este hongo *Metarhizium anisopliae* es un patógeno natural para más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, entre ellos, algunos de importancia económica (Ramírez, 20012).

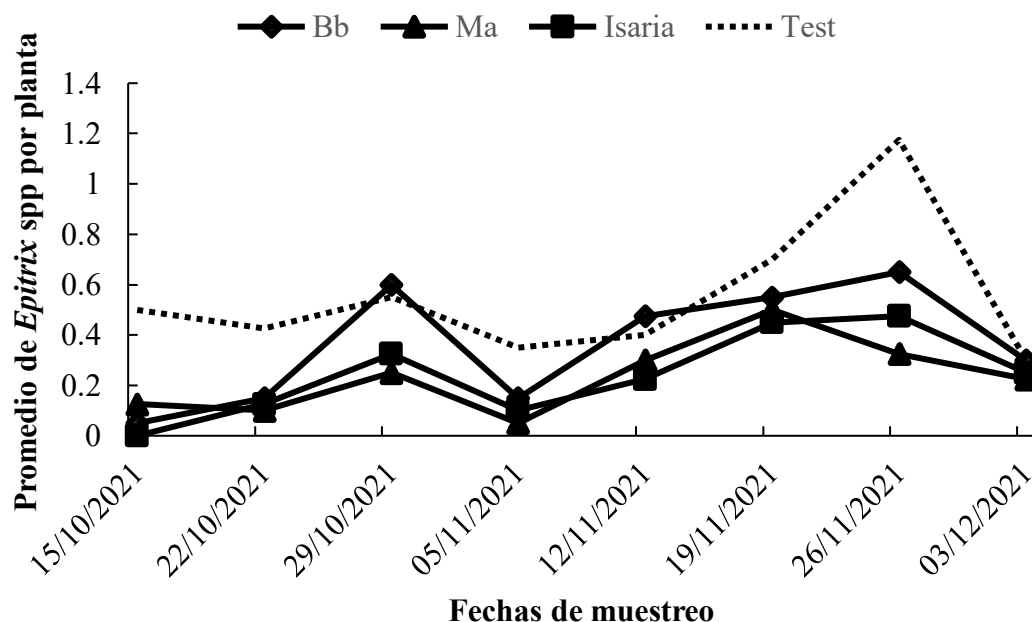


Figura 6. Promedio pulga saltona (*Epitrix* spp) en el cultivo de frijol (*P. vulgaris*)

El análisis de varianza muestra diferencia significativa entre fechas de muestreo con la variable promedio de *Epitrix* spp ($p < 0.0001$). En la fecha del 15 de octubre (8 dds) en la fase vegetativa etapa de emergencia (V1), se presentó el menor número de *Epitrix* spp con un promedio de 0.74 insectos por planta y el mayor número de *Epitrix* spp se presentó en la fecha del 19 de noviembre 48 dds en la fase de reproducción etapa del llenado de vaina (R7), con un promedio de 0.97 insectos por planta, seguido de la fecha 26 de noviembre a los 54 dds en la fase reproductiva de la etapa de llenado de vaina (R7), con 0.95 insectos por planta (Figura 6, Anexo 5).

La población de *Epitrix* spp, estuvo presente en cada uno de los muestreos y en todos los tratamientos evaluados, sin embargo, su población varía en las fechas de muestreos y tratamientos evaluados del 22 de octubre al 03 de diciembre reduciendo gradualmente la población de *Epitrix* spp de las siguientes etapas del cultivo del frijol.

Los resultados de la separación de media en los tratamientos indica que los productos a bases de hongo entomopatógeno mostraron un comportamiento similar entre ellos para el control de mosca blanca siendo el tratamiento *Metarhizium anisopliae* el que fue eficiente debido al efecto de los tratamientos utilizados mediante aplicaciones inoculativa.

Promedio de *Diabrotica* spp por planta

El análisis de varianza muestra diferencia significativa en relación con la variable promedio de *Diabrotica* spp ($p < 0.0013$). El tratamiento dos, *Metarhizium anisopliae* obtuvo el menor número de *Diabrotica* spp promedio de 0.18 insectos por planta y el mayor número de *Diabrotica* spp se presentó en el tratamiento cuatro, Testigo (sin aplicación) con un promedio de 0.38 insectos por planta (Anexo 1).

La incidencia de los crisomélidos (*Diabrotica* spp) fue alto la fluctuación a los 32 dds en la fase reproducción en la etapa de prefloración (R5) y estuvo presente en todas las etapas fenológica del cultivo y en todos los tratamientos. El mejor tratamiento para el manejo de *Diabrotica* spp se obtuvo con el hongo *Metarhizium anisopliae*, este hongo demuestra su efectividad en cuanto a su control de plagas, inhibiendo daños en el cultivo de frijol. En estudios realizados por (IICA,210) menciona que un escarabajo por cada dos plantas muestreadas en un mismo sitio, desde la germinación hasta la aparición de dos hojas trifoliadas. Los adultos de *Diabrotica* son atacados de forma natural por chinches (reducidos). Como control microbial se pueden aplicar los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae*, cuando la población tenga una incidencia en el cultivo superior a 10 % y se presente un promedio igual o mayor de dos adultos de *Diabrotica* spp. por planta (De Oro *et al.*, 2017).

Otros autores, como Tamayo y Londoño (2001), demostraron en sus estudios que el fríjol resiste una población de hasta cuatro adultos de *Diabrotica* spp. por planta en las primeras etapas del cultivo o durante la floración, pero, una vez que se supera ese umbral, se debe de aplicar insecticidas químicos que tengan una acción sistémica, debido a que se mantienen más tiempo dentro de la planta y realizan un control más prolongado del insecto cuando se alimenta. De acuerdo con estudio de Mejía (2018) que, para la regulación de *D. balteata* utilizó el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* obteniendo una efectividad entre el 70-76 % respectivamente.

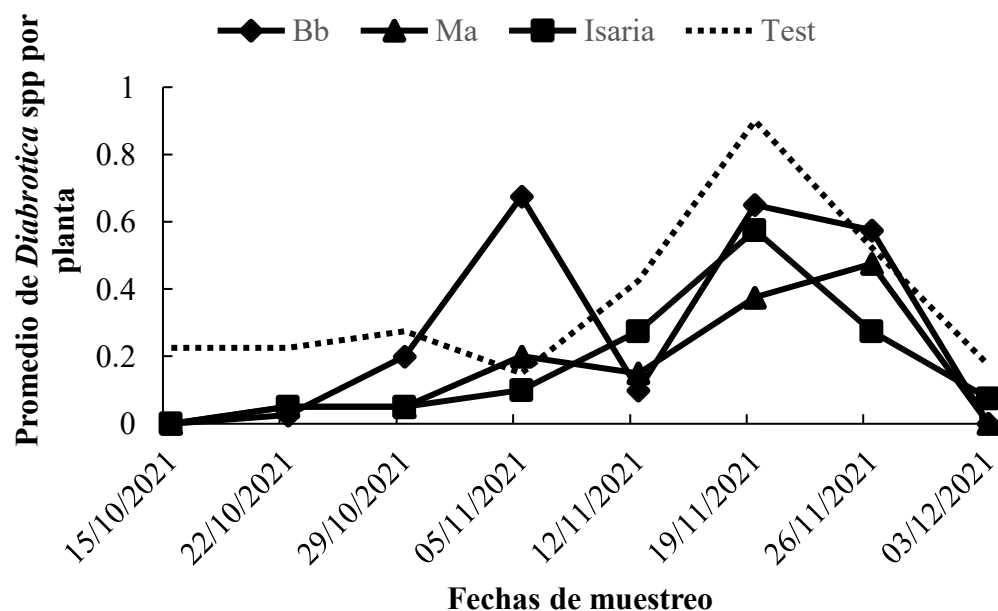


Figura 7. Promedio *Diabrotica* spp en el cultivo de frijol (*P. vulgaris*)

El análisis de varianza muestra diferencia significativa entre fechas de muestreo con la variable promedio de *Diabrotica* spp ($p < 0.0013$). En la fecha 15 de octubre 8dds en la fase vegetativa en la etapa de la emergencia (V1), se presentó el menor número con un promedio de 0.71 insectos por planta y el mayor número de *Diabrotica* spp se presentó en la fecha 19 de noviembre a los 48 dds en la fase de reproductiva en la etapa de formación de las primeras hojas trifoliadas (V3), con un promedio de 0.96 insectos por planta, seguido de la fecha 26 de noviembre, con 0.91 insectos por planta. (Anexo 6).

Según Murguido, (2002), en la siembra tardía los salta hojas y los crisomélidos incidieron a los cinco días de la siembra con baja incidencia (0,3 individuos/planta) incrementándose hasta los 15 días después con valor moderado (1,0 individuos/planta). En nuestra investigación realizada llega a un individuo por planta.

La población de *Diabrotica* spp, estuvo presente en cada uno de los muestreos y en todos los tratamientos evaluados. Sin embargo, su población varía en las fechas de muestreos y tratamientos evaluados del 22 de octubre al tres de diciembre.

Promedio de *Chrysoperla* spp por planta

El análisis de varianza no muestra diferencia significativa en relación con la variable promedio de *Chrysoperla* spp ($p < 0.0630$). El tratamiento dos, *Metarhizium anisopliae* obtuvo el menor número de con un promedio de 0.31 insectos por planta y el mayor número de *Chrysoperla* spp se presentó en el tratamiento tres, *I. fumosorosea* con un promedio de 0.64 insectos por planta. (Anexo 1).

La incidencia de *Chrysoperla* spp fue alto la fluctuación a los 8 dds en la fase vegetativa de la etapa emergencia (V1) y estuvo presente en todas las etapas fenológica del cultivo y en todos los tratamientos donde no hubo efectos negativos para *Chrysoperla* spp. Es un depredador generalista con gran potencial como agente de control biológico. El estado larval es el que realiza el control, siendo las larvas de tercer estadio la que ejecutan la mayor parte del trabajo alimentándose de insectos de cuerpos blandos, tales como áfidos, mosca blanca y trips, entre otros. Los adultos se alimentan de néctar, polen o mielecilla producidas por algunos insectos.

Los tratamientos aplicados son efectivos para plagas que causan daños a los cultivos; y estos tratamientos han demostrado ser inofensivo contra organismos benéficos. Según Pucheta *et al.*, (2006), los hongos entomopatógenos tienen un gran potencial como agentes controladores, constituyendo un grupo con más de 750 especies, diseminados en el ambiente y provocando infecciones fungosas a poblaciones de artrópodos.

Según estudios por Leiva *et al.*, (2011), describe al hongo *Beauveria bassiana*, como uno de los géneros más importantes se ha utilizado exitosamente para controlar plagas en muchas regiones del mundo, como parte de las estrategias de manejo integrado de plagas. Por sus características patogénicas para controlar insectos, su factibilidad de reproducción en forma artesanal y la rentabilidad de su uso, este hongo representa una alternativa viable al utilizarse sin perjuicios al medioambiente y sin efectos tóxicos.

Los porcentajes de eclosión de los huevos de *Chrysoperla* con las concentraciones del hongo entomopatógeno *B. bassiana*, fueron altos, con el 90 y el 85%, respectivamente, y no mostraron diferencias estadísticamente significativas en comparación con el testigo, que fue del 90%. El desarrollo embrionario de los huevos de *Chrysoperla* con las dos concentraciones utilizadas no

se vio afectado. Al evaluar el efecto de suspensiones de *B. bassiana*, sobre huevos de *Chrysoperla* con 24 h de edad, determinaron que no hubo efecto sobre la viabilidad en ninguna de las concentraciones utilizadas, resultado que coincide con el obtenido en esta investigación (Leiva *et al.*, 2011).

En los resultados obtenidos de acuerdo con los muestreos, demostró que los productos a base de hongos entomopatógenos no tuvieron un efecto en *Chrysoperla* spp (Figura 8).

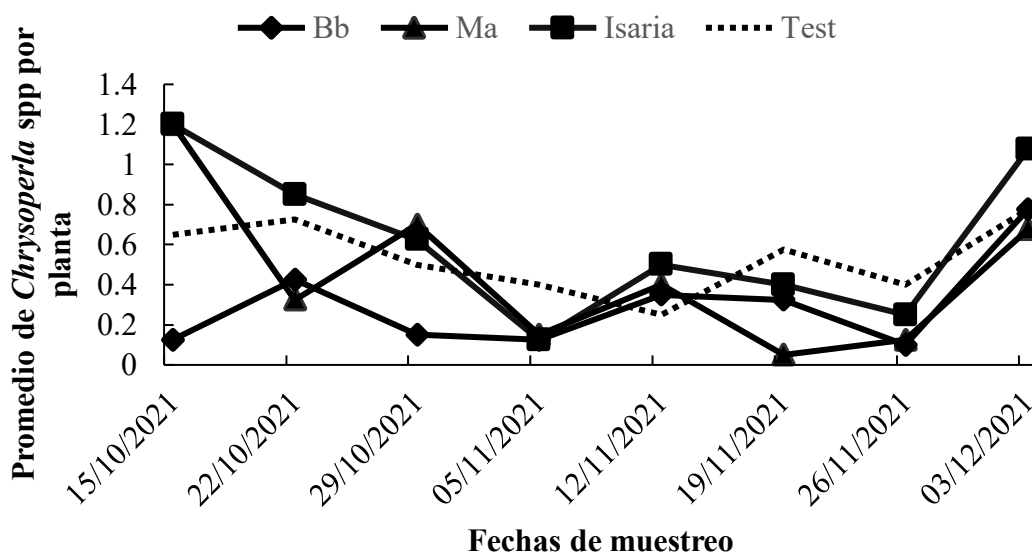


Figura 8. Promedio *Chrysoperla* spp en el cultivo de frijol (*P. vulgaris*)

El análisis de varianza muestra diferencia significativa entre fechas de muestreo con la variable promedio de *Chrysoperla* ($p < 0.0130$). En la fecha 19 de noviembre 48 dds en la fase reproductiva (etapa formación de vaina), se presentó el menor número de *Chrysoperla* con un promedio de 0.77 insectos por planta y el mayor número de *Chrysoperla* se presentó en la fecha 3 de diciembre 64 dds en la fase reproductiva (etapa de maduración), con un promedio de 1.00 insectos por planta, seguido de la fecha 15 de octubre, con 0.97 insectos por planta (Anexo 7).

Estudio realizado por Leyva *et al.* (2011), el hongo entomopatógeno *B. bassiana* (cepa LB-1) no afectó en ensayos de laboratorio el desarrollo embrionario de los huevos, el de las larvas, ni la emergencia y la supervivencia de los adultos del depredador *Chrysoperla* spp. En el presente estudio en el manejo del cultivo del frijol la población se usó tres tipos de hongos

entomopatógenos *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *I. fumosorosea* en el presente estudio, dado a los promedios de insectos bajo que se dieron siempre estuvo presente en cada uno de los muestreos y en todos los tratamientos evaluados. Sin embargo, su población varía en las fechas de muestreo y tratamientos evaluados desde el 15 de octubre hasta el tres de diciembre en todas las fases fenológico del cultivo.

Los resultados en el laboratorio sugieren que es posible la utilización conjunta del hongo entomopatógeno *B. bassiana* y el depredador *Chrysoperla* spp para el control biológico de plagas en los sistemas de producción agrícola debido a la baja susceptibilidad de este depredador al entomopatógeno. En los sistemas de producción agrícola para el control de plagas, ya que, si en el laboratorio se registraron bajos niveles de mortalidad, en el campo los efectos negativos del hongo sobre el insecto deben de ser menores, ya que la mortalidad observada en condiciones de laboratorio no siempre es equivalente a la obtenida en condiciones de campo, donde la cantidad de inóculos que alcanza el insecto es menor (Leyva *et al.*, 2011).

Estudio realizado por Murguido *et al.*, (2002), evaluando alternativas biológicas, encontró enemigos naturales en todas las áreas de MIP, valores que oscilaron entre 25 y 75% y en relación con la entomofauna benéfica durante las observaciones de campo en las áreas se detectó la presencia de *Chrysopa* spp. (Chrysopidae), *Baccha clavata* (F.) (Syrphidae) y *Cycloneda limbifer* Casey (Coccinellidae) que son depredadores generalistas.

VI. CONCLUSIONES

La poblacional de plagas importantes en el cultivo del frijol se mantuvo en todas las etapas fenológicas del cultivo, sin embargo, se observa una mayor fluctuación en el mes de octubre y a partir de los siguientes muestreos una reducción gradual.

La aplicación de hongos entomopatógenos con el tratamiento *Isaria fumosorosea* mostró efecto significativo en la reducción de la población de *B. tabaci*, *Liriomyza* spp, *Empasca* spp. En el tratamiento de *Metarhizium anisopliae*, tuvo mejor efecto en la reducción del insecto plaga de *Epitrix* spp y *Diabrotica* spp. Los tratamientos a base de hongos entomopatógenos no tuvieron efecto sobre *Chrysoperla* spp, estando presente en todas las etapas fenológicas del cultivo

VII. RECOMENDACIONES

Según resultados se debe aplicar *Isaria fumosorosea* para *B. tabaci*, *Liriomiza*, spp *Empoasca* spp y productos a base de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, para el manejo de otras plagas como *Epitrix* spp, *Diabrotica* spp, en el cultivo de frijol a dosis de 300 g ha⁻¹.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alvarez, C., & Gutierrez, D. (2020). *Evaluación de la eficiencia de metarhizium sp y un insecticida comercial sobre la reducción de la población de la reducción de la población de larvas de tecia solanivora* [Tesis]. UNIVERSIDAD DE LA SALLE. https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/Hongos_entomopatogenos.
- ASOPROL (Asociación de productores de Santa Lucia). (2009). Guía técnica del cultivo de frijol. Consultado 31 de ago. de 2021. <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>
- Ayala, A., Acosta, J., & Reyes, L. (2021). *El cultivo del frijol presente y futuro para México* (1.^a ed.) [Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias].
- Borst, J., & Rodríguez, M. (2018). *Evaluación de extractos botánicos para el manejo de insectos plagas asociados al cultivo de pipián (Cucurbita pepo L.)*, en El Plantel, Masaya, 2017 [Tesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA. <https://repositorio.una.edu.ni/3685/1/tnh10b738.pdf>
- Buena, A., Parrilla, M., & Perera, S. (2019). *“Evaluación de la eficacia de productos comerciales en base a hongos entomopatógenos para el control de la cochinilla del aguacate (nipaecoccus nipae maskell) en condiciones de semicampo”* [Tesis]. Instituto Canario de Investigaciones Agraria. https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/Hongos_entomopatogenos.pdf
- Carr, A., Elósegui, O., & Bel Padrón, N. (2003). Aislamiento, caracterización morfológica y Fisiológica del hongo entomopatógeno *paecilomyces fumosoroseus* (wize) Broum & Smith. *FITOSANIDAD*, 7(3).
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). (1984). Morfología de la planta de frijol común (en línea). Cali, CO. Consultado 13 de agosto de 2021. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/81884/Capitulo_Fr%c3%adjol_Investigaci%c3%b3n_y_producci%c3%b3nMorfologia%20de%20la%20planta%20de%20frijol%20comun-1985.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Dávalos, J. (2021). *Evaluación del uso de hongos entomopatógenos con propiedades insecticidas para el control del minador (liriomyza huidobrensis)* [Tesis]. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ.
- De Lourdes Pacheco Hernández, M., Martínez, J. F. R., & Padilla, V. J. A. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(56). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496>

- De Oro, R., Sánchez, T., Rubiano, J., & Sierra, P. (2021). *Principales plagas del frijol (phaseolus vulgaris L.) en el cesar, colombia* (Vol. 42). https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36614/Ver_documento_36614.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Escoto, N. (2004). El cultivo de frijol. En *MANUAL TÉCNICO PARA USO DE EMPRESAS PRIVADAS, CONSULTORES INDIVIDUALES Y PRODUCTORES* (pp. 6-30). <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REf01e74.pdf>
- Escoto, N. (2011). El Cultivo del Frijol. Secretaria de Agricultura y Ganadería-Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, II. <https://dicta.gob.hn/files/2011,-Cultivo-de-frijol-G.pdf>
- Fernández, J. (2020). *Evaluación de la actividad biopesticida del hongo entomopatógeno bauveria bassiana sobre la roca del café (chypothenemu hampei)*. Universidad Politécnica Selesiana Sede Cuenca. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19620/1/UPS-CT008915.pdf>
- FUNDAR (Fundación Amigos del Río San Juan). (2012). Diez estudios preliminares, lineamientos estratégicos y planes municipales de ordenamiento y desarrollo territorial. Informe: Estudio de Población Distritos V, VI y VII del municipio de Managua. Recuperado 20 de octubre de 2021, <https://docplayer.es/51142112-Lineamientos-estrategicos-para-el-ordenamiento-territorial-distritos-v-vi-y-vii-managua.html>
- FUNICA (Fundación para el desarrollo tecnológico agropecuario y forestal). (2009). Principales características de las semillas mejoradas de frijol. consultado el 01 de Julio de 2021. <https://www.funica.org.ni/wp-content/uploads/2022/06/Estudio-de-semillas-en-Nic-y-CA-FUNICA.pdf>
- Gandarilla-Pacheco, F. L., Morales-Ramos, L. H., Pereyra-Alfárez, B., Elías-Santos, M., & Quintero-Zapata, I. (2018). Producción de unidades infectivas de *isaria fumosorosea* (*Hypocreales: Cordycipitaceae*) a partir de aislados nativos del noreste de México mediante 3 estrategias de propagación. *Revista Argentina De Microbiología*. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.03.008>
- García, C., & González, M. (2010). Uso de bioinsecticidas para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46112896003.pdf>. Recuperado 9 de julio de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46112896003.pdf>
- García, R., Martínez, M., & Villegas, J. (2020). Biotecnología Detección de bassianolida y beauvericina en cepas de *beauveria bassiana* y su participación en la actividad patogénica hacia *spodoptera* sp. *Laboratorio de Biotecnología Ambiental, Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional, XXII* (3), CP 88710. <http://biotecnia.unison.mx/>

- Gato-Cárdenas, Y., Márquez-Gutiérrez, M. E., BaróRobaina, Y., & De Jesús Calle-Osorno, J. (2017). Detección de enzimas extracelulares en cepas cubanas del complejo *metarhizium anisopliae* con acción entomopatogénica contra *Cylas formicarius fabricius* (Coleoptera: brentidae). *Actualidades biológicas*. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v39n106a07>
- Gobierno de reconciliación y unidad nacional. (08 de mayo de 2021). Plan Nacional de Producción, consumo y comercio 2021-2022. Obtenido del 19 digital.com: [https://www.el19digital.com/app/webroot/tinymce/source/2021/Mayo/19May/PLAN%20NACIONAL%20DE%20PRODUCCION%202021-2022%20\(08May21\)3.pdf](https://www.el19digital.com/app/webroot/tinymce/source/2021/Mayo/19May/PLAN%20NACIONAL%20DE%20PRODUCCION%202021-2022%20(08May21)3.pdf)
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (17 de agosto 2023). Estrategia Nacional Para el incremento de la productividad del cultivo de frijol 2019-2023. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/nic206556.pdf>
- Gómez, H., Zapata, A., Torrez, E., & Tenorio, M. (2014). Manual de producción y uso de hongos entomopatógenos. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2017/09/Manual-de-Producci%C3%83%C2%B3n-y-Uso-de-Hongos-Entomopat%C3%83%C2%B3genos.pdf>
- IICA. (2010). Guía de identificación y manejo integrado: plagas del frijol en Centroamérica. Recuperado 6 de febrero de 2022, de <http://repiica.iica.int/docs/B1885e/B1885e.pdf>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2009). La cadena agroindustrial del frijol. [cenida.una.edu.ni. https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENE70I59f.pdf](https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENE70I59f.pdf)
- IICA, SICTA-COSUDE. (2011, octubre). Guía técnica para el cultivo del frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua. *Caracterización molecular y morfo agronómica*. Recuperado 16 de febrero de 2022, de <http://repiica.iica.int/docs/B2984e/B2984e.pdf>
- InfoStat. (2019). InfoStat versión 2019. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). (2009). Guía tecnológica del cultivo de frijol. *Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional*, 2 <https://es.scribd.com/document/346948435/GUIA-FRIJOL-INTA-pdf#>
- INTA Instituto Nicaragüense de Tecnología agropecuaria. (s.f). Guía técnica de cultivo de frijol Taiwán 2020
- Landero, B., Obando, S., Salmerón, F., Valverde, L., & Vivas, E. (2016). Agricultura sostenible para enfrentar los efectos del cambio climático en Nicaragua (1.a ed., Vol. 99p).
- Leiva, O., Villalón, E., Ávila, R., & Baró, D. (2011). Susceptibilidad de *chrysopa exterior* navás a *beauveria bassiana* (balsamo) vuillemin cepa lbb-1 en condiciones de laboratorio. *Fito sanidad*, 15(1). <http://scielo.sld.cu/pdf/fit/v15n1/fit08111.pdf>

- MAG (Ministerio Agropecuario) & INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). (2010). Nicaragua. Uso potencial de la tierra. Compendio de mapas. <https://www.yumpu.com/es/document/read/50018284/uso-potencial-de-la-tierra-compendio-de-mapas-magfor>
- Macías, F., Pucheta, M., Ramos, M., Rodríguez, S., Ramos, G., & Ruiz, D. (2013). Estudio del hongo entomopatógeno *isaria fumosorosea* como control microbiológico de la mosquita blanca *Bemisia tabaci*. *Asociacion Interciencia. Caracas- Venezuela*, 38(7). <https://www.redalyc.org/pdf/339/33928556008.pdf>
- Márquez, M., Gato, Y., & Lequerque, A. (2016). El género *metarhizium sorokin* y su aplicación en el control de insectos plagas. *REVISTA CUBANA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS*, <http://revita.uh.cu>.
- Mejía, K. J. (2018). Efecto de bioplaguicidas sobre la incidencia de plagas y enfermedades foliares y componentes de rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Santa Rosa de Copán. *Ciencia y tecnología*. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i22.6439>
- Monzón, A. (2001). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Avances En El Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos*, 63, 95–103. Recuperado 6 de junio de 2022, de <http://www.bionica.info/biblioteca/Monzon2001HongoEntomopatogenos.pdf>
- Murguido, C., Vázquez, L., Elizondo, A., & Neyra, M. (2002). Manejo integrado de plagas. *FITOSANIDAD*, 6(3). <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209118292003.pdf>
- Mur, R., Hernández, B., Rodríguez, Y., & Rodríguez, J. (2015). Regulación biológica de plagas en el cultivo del frijol (*phaseolus vulgaris* L.) en la provinciaiego de Ávila, cuba. *Agro técnica de Cuba*, 30. calidad@labiofam.cav.minag.cu
- Programa regional CATIE/MIP AF Nicaragua (2020) Las Necesidades Hídricas de Cultivos, 2020) <https://www.facebook.com/agrokrebs/photos/a.565875290563594/975489672935485/?type=3>
- Pucheta, M., Flores, A., Rodríguez, S., & De la Flares, M. (2006). Mecanismo de acción de los hongos entomopatógeno, p6. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33901204.pdf>
- Ramírez, R. (2012). Sinergismo de conidios y extracto de crecimiento de hongos entomopatógenos sobre *spodoptera frugiperda* (lepidoptera: Noctuidae) [Tesis]. Universidad Autonoma AgrariaAntonio Narro Divicion de Agronomia. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4348/T19297%20RAMIREZ%20BUENDIA%2C%20ROBERTO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rosas, J. C. (2003, 1 agosto). *El cultivo del frijol común en América Tropical*. <http://hdl.handle.net/11036/2424>
- Solís, A. J. (2017). Análisis Económico del Cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Nicaragua, 1980 – 2014[Trabajo de Graduación: Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3622/1/tne10s687.pdf>
- Solera, K. (2017). “*Desarrollo de una metodología para la evaluación de la patogenicidad y selección in vitro de hongos entomopatógenos y sus metabolitos para el manejo de pseudococcus elisae (hemiptera: pseudococcidae) en banano (musa aaa)*” [Tesis]. Facultad de Ciencias de la Tierra y el mar. Escuela de ciencias agrarias. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14571/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tomayo, P., & Londoño, M. (2001). Manejo integrado de plagas de enfermedades del. Manual de campo para su recomendacion y control, 80, 63-67. Antioquía: CORPOICA. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6409/1/Manejo%20integrado%20de%20plagas%20y%20enfermedades%20en%20frijol.pdf>
- Vázquez, L., Murgido, C., Elizondo, A., Elosegui, O., & Morales, F. (2007). Control biológico de la mosca blanca bemisia tabaci. Instituto de investigaciones de sanidad vegetal (INISAV). Centro Nacional de Agricultura (CIAT). Recuperado 8 de julio de 2021, de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REH10C397c.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza y separación de medias Tukey para las variables y tratamientos

Tratamientos	<i>B. tabaci</i>	<i>Liriomyza</i> spp	<i>Empoasca</i> spp	<i>Epitrix</i> spp	<i>Diabrotica</i> spp	<i>Crhysoperla</i> spp
<i>B. bassiana</i>	0.84 b	0.81 bc	0.47 a	0.38 a	0.93 b	0.31 a
<i>M. anisopliae</i>	0.59 a	0.63 ab	0.38 a	0.25 a	0.83 a	0.49 ab
<i>I. fumosorosea</i>	0.52 a	0.49 a	0.32 ab	0.25 a	0.89 ab	0.56 ab
testigo	1.02 a	0.84 c	0.58 b	0.56	0.93 b	0.64 b
absoluto						
R ²	0.15	0.17	0.10	0.10	0.10	0.07
C.V	42.26	38.16	36.69	35.66	34.79	48.47
P. valor	<0.0001	<0.0001	0.0006	<0.0001	0.0013	0.0630

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

Anexo 2. Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Fecha	Medias	n	E. E	
1 (15/Oct/2021)	0.83	160	0.03	A
8 (03/Dic/2021)	0.91	160	0.03	A
4 (05/Nov/2021)	0.93	160	0.03	A
5 (12/Nov/2021)	0.95	160	0.03	A
2 (22/Oct/2021)	0.92	160	0.03	B
7 (26/Nov/2021)	1.12	160	0.03	B
6 (19/Nov/2021)	1.16	160	0.03	B C
3 (29/Oct/2021)	1.28	160	0.03	C

Anexo 3. Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en minador (*Liriomyza* spp)

Fecha	Medias	n	E. E			
1 (15/Oct/2021)	0.82	160	0.03	A		
8 (03/Dic/2021)	0.89	160	0.03	A	B	
4 (05/Nov/2021)	0.00	160	0.03		B	C
5 (12/Nov/2021)	1.00	160	0.03		B	C
6 (19/Nov/2021)	1.02	160	0.03		B	C
2 (22/Oct/2021)	1.02	160	0.03			C
7 (26/Nov/2021)	1.04	160	0.03			C
3 (29/Oct/2021)	1.30	160	0.03			D

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

Anexo 4. Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en salta hoja (*Empoasca* spp)

Fecha	Medias	n	E. E			
5 (12/Nov/2021)	0.82	160	0.02	A		
4 (05/Nov/2021))	0.85	160	0.02	A		
2(22/Oct/2021	0.86	160	0.02	A		
1 (15/Oct/2021)	0.88	160	0.02	A	B	
8 (03/Dic/2021)	0.90	160	0.02	A	B	
6 (19/Nov/2021)	0.92	160	0.02	A	B	C
7 (26/Nov/2021)	0.97	160	0.02		B	C
3 (29/Oct/2021)	1.03	160	0.02			C

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

Anexo 5. Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en pulga saltona (*Epitrix* spp)

Fecha	Medias	n	E. E			
4 (05/Nov/2021)	0.78	160	0.02	A		
1 (15/Oct/2021)	0.79	160	0.02	A	B	
2 (22/Oct/2021)	0.82	160	0.02	A	B	
8 (03/Dic/2021)	0.85	160	0.02	A	B	
5 (12/Nov/2021)	0.86	160	0.02	A	B	
3 (29/Oct/2021)	0.89	160	0.02		B	C
7 (26/Nov/2021)	0.97	160	0.02			C
6 (19/Nov/2021)	0.99	160	0.02			C

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

Anexo 6. Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en *Diabrotica* spp

Fecha	Medias	n	E. E			
8 (03/Dic/2021)	0.74	160	0.02	A		
1 (15/Oct/2021)	0.75	160	0.02	A		
2 (22/Oct/2021)	0.77	160	0.02	A		
3 (29/Oct/2021)	0.77	160	0.02	A		
5 (12/Nov/2021)	0.81	160	0.02	A		
4 (05/Nov/2021)	0.83	160	0.02	A	B	
7 (26/Nov/2021)	0.91	160	0.02		B	C
6 (19/Nov/2021)	0.97	160	0.02			C

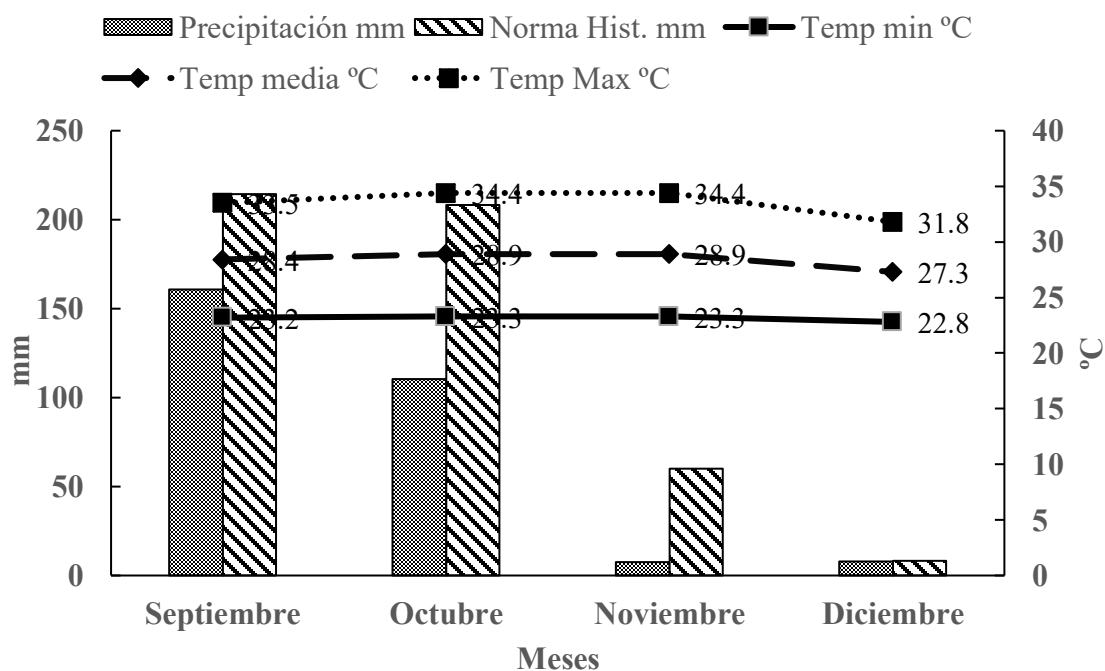
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Separación de media Tukey de las fechas de muestreo en *Crysoperla* spp.

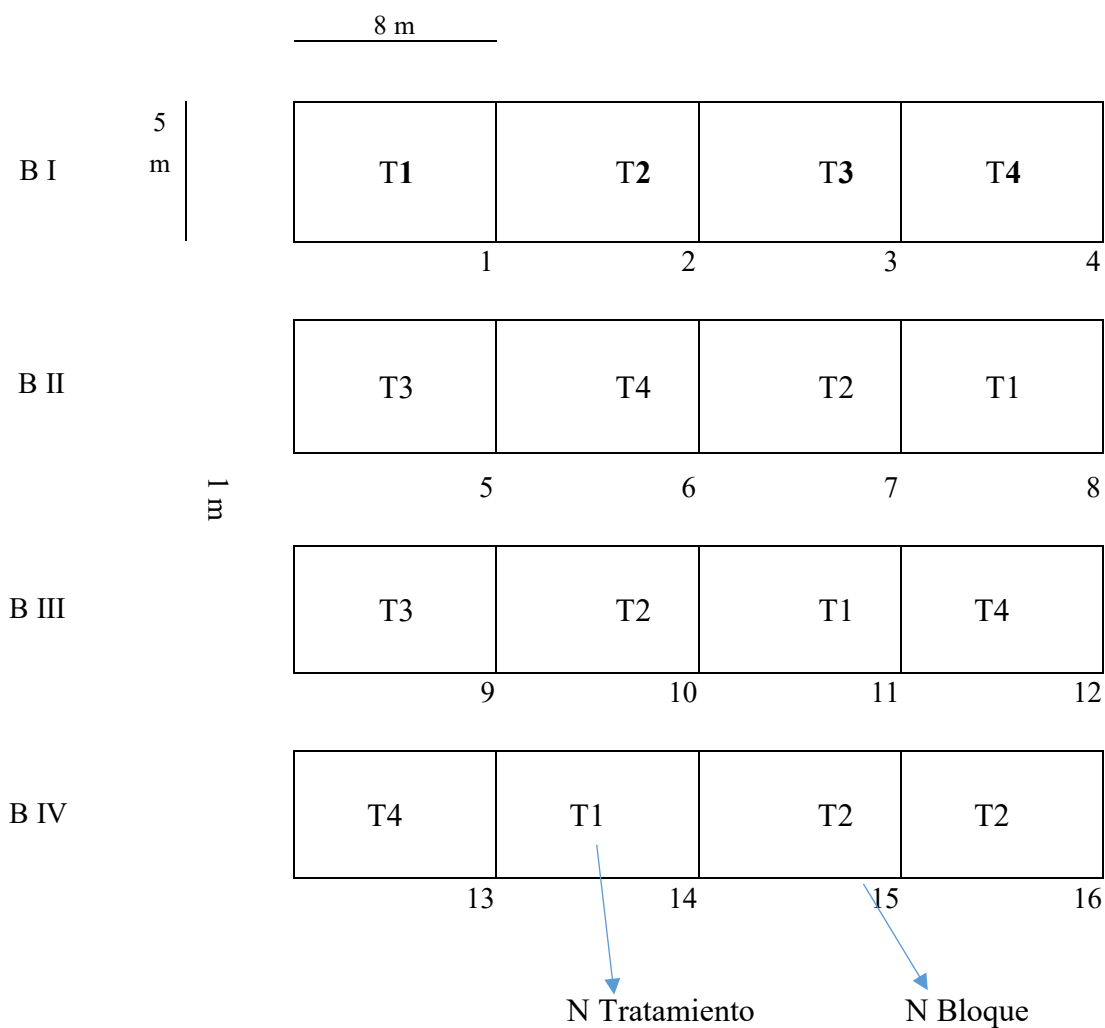
Fecha	Medias	n	E. E			
7 (26/Nov/2021)	0.80	160	0.03	A		
4 (05/Nov/2021)	0.81	160	0.03	A	B	
6 (19/Nov/2021)	0.82	160	0.03	A	B	
5 (12/Nov/2021)	0.84	160	0.03	A	B	
3 (29/Oct/2021)	0.89	160	0.03	A	B	C
2 (22/Oct/2021)	0.95	160	0.03		B	C
1 (15/Oct/2021)	1.02	160	0.03			C
8 (03/Dic/2021)	1.03	160	0.03			C

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

Anexo 8. Precipitación y Temperatura registrada en la zona del estudio en el período septiembre - diciembre 2021



Anexo 9. Plano de campo



Área del ensayo

Área de las U/E= 8m largo x 5m
ancho=40m²

Área de cada bloque= 40m² U/E x 4
U/E=160m²

Área total del experimento: 160 m² de cada
bloq x 4 bloq= 640 m²

Tratamientos

T1: *B. bassiana*

T2: *M. anisopliae*

T3: *I. fumosorosea*

T4: testigo absoluto