

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



---

**USO DE ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL DE (*Leptophobia aripa*  
y *Brevicoryne brassicae*) EN COL (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) EN  
CIFO UNHEVAL, 2019.**

---

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

**MIGUEL VILLANUEVA, Nalda**

**HUÁNUCO-PERÚ**

**2019**

## DEDICATORIA

A **DIOS** por guiarme y ser el autor principal de haber permitido que llegara hasta este punto y por darme salud e inteligencia para lograr con este objetivo.

A mis padres **Rosilma Violeta Villanueva Gamarra** y **Eustorgio Miguel Pino** por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis abuelitos **Wilmer Villanueva Hurtado** y **Elvira Gamarra Lirión** por la eterna gratitud y amor hacia mi persona por sus consejos que me brindaron para tomar el camino correcto y proyectarme hacia un futuro útil.

A mis hermanos (as) **Thamy Fiorela, Nico Jhan, Yuliet Katerin** por el apoyo que me han brindado para el logro de mis metas.

A mis tios por sus consejos que me brindaron fue de mucha ayuda para el logro de mis metas, pero en especial para mi tío **Vitmer Villanueva Gamarra** que ya no está a mi lado, pero le estoy muy agradecida por la paciencia y su amor que me brindó.

## **AGRADECIMIENTO**

A **DIOS** por protegerme durante todo mi camino, darme fuerzas y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A la prestigiosa Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán y a los docentes de la misma, que me brindaron la oportunidad para realizarme como profesional.

A mi asesor M. Sc Luis Villodas Rosales por apoyarme en la presente investigación.

**USO DE ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL DE (*Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae*) EN COL (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) EN CIFO UNHEVAL,2019.**

**RESUMEN**

Se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones los tratamientos fueron: *Bacillus subtilis* (T1), *Bacillus thuringiensis var kurstaki* (T2), *Metarhizium anisopliae* (T3), *Bauveria bassiana* (T4), Testigo (T5) los cuales fueron evaluados mediante aplicación directa y pertenecen a la colección comercial del Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA. Los datos fueron analizados con la técnica estadística ANDEVA y la prueba de significación de Duncan al 5% y 1% de significación. Las variables evaluadas fueron: N° de larvas de *Leptophobia aripa* vivos por área neta experimental; N° de pulgones (*Brevicoryne brassicae*) vivos por área neta experimental; rendimiento del cultivo de col por área neta experimental, N° de larvas de *Leptophobia aripa* vivos por cada estadio larval en laboratorio, N° de pulgones (*Brevicoryne brassicae*) vivos en laboratorio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: No hubo diferencia significativo para *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae* en campo, el tratamiento con más alto rendimiento en el cultivo de col fue (T1) *Bacillus subtilis* con 727.66 gramos, en laboratorio para *Leptophobia aripa* en el primer y segundo estadio (T2) *Bacillus thuringiensis var kurstaki* tuvo mayor efectividad con 56.70% y 60% de mortandad, en el tercer y cuarto estadio (T4) *Bauveria bassiana* tuvo mayor efectividad con 66.70% y 50% en el quinto estadio (T3) *Metarhizium anisopliae* tuvo mayor efectividad con 36.70%, en caso de *Brevicoryne brassicae* se tuvo mayor efectividad con (T2) *Bacillus thuringiensis var kurstaki* y (T3) *Metarhizium anisopliae* al 100% de mortalidad.

**Palabras clave:** entomopatógenos.

**USE OF ENTOMOPATHOGENS IN THE CONTROL OF (*Leptophobia aripa* and *Brevicoryne brassicae*) IN COL (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) IN UNHEVAL CIFO, 2019.**

**ABSTRACT**

The completely randomized block design (DBCA) with 5 treatments and 4 repetitions was used: *Bacillus subtilis* (T1), *Bacillus thuringiensis var kurstaki* (T2), *Metarhizium anisopliae* (T3), *Bauveria bassiana* (T4), Witness (T5) which were evaluated by direct application and belong to the commercial collection of the National Agricultural Health Service SENASA. The data were analyzed with the ANDEVA statistical technique and the Duncan significance test at 5% and 1% significance. The variables evaluated were: No. of larva *Leptophobia* larvae per net experimental area; No. of aphids (*Brevicoryne brassicae*) alive per net experimental area; yield of cabbage crop per experimental net area, No. of larvae of live armpit *Leptophobia* for each larval stage in the laboratory, No. of aphids (*Brevicoryne brassicae*) alive in the laboratory. The results were as follows: There was no significant difference for *Leptophobia aripa* and *Brevicoryne brassicae* in the field, the treatment with the highest yield in cabbage cultivation was (T1) *Bacillus subtilis* with 727.66 grams, in the laboratory for *Leptophobia aripa* in the first and second stage (T2) *Bacillus thuringiensis var kurstaki* had greater effectiveness with 56.70% and 60% mortality, in the third and fourth stage (T4) *Bauveria bassiana* had greater effectiveness with 66.70% and 50% in the fifth stage (T3) *Metarhizium anisopliae* was more effective with 36.70%, in the case of *Brevicoryne brassicae* it was more effective with (T2) *Bacillus thuringiensis var kurstaki* and (T3) *Metarhizium anisopliae* at 100% mortality.

**Keywords:** entomopathogens.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Fundamento teórico.....	4
2.1.1. Repollo.....	4
2.1.1.1. Origen del repollo .....	4
2.1.1.2. Importancia del cultivo .....	4
2.1.1.3. Condiciones edafoclimáticas.....	5
2.1.2. <i>Leptophobia aripa</i> .....	5
2.1.2.1. Taxonomía.....	6
2.1.2.2. Características morfológicas.....	6
2.1.2.3. Ciclo biológico.....	8
2.1.2.4. Daños .....	8
2.1.3. <i>Brevicoryne brassicae</i> .....	9
2.1.3.1. Taxonomía.....	9
2.1.3.2. Características morfológicas.....	10
2.1.3.3. Ciclo biológico.....	10
2.1.3.4. Daños .....	11
2.1.4. Entomopatógenos .....	12
2.1.4.1. Mecanismos de acción .....	14
2.1.4.2. <i>Bacillus subtilis</i> .....	15
2.1.4.3. <i>Bacillus thuringiensis. Var. kurstaki</i> .....	16
2.1.4.4. <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	17
2.1.4.5. <i>Beauveria bassiana</i> .....	19
2.1.5. Eficacia de los entomopatógenos.....	20
2.1.6. Eficiencia de los entomopatógenos .....	21

2.2.	Antecedentes.....	22
2.3.	Hipótesis.....	24
2.4.	VARIABLES.....	25
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1.	Lugar de ejecución .....	26
3.2.	Tipo y Nivel de investigación.....	26
3.2.1.	Tipo de investigación.....	26
3.2.2.	Nivel de investigación.....	27
3.3.	Población, muestra y unidad de análisis .....	27
3.3.1.	Población .....	27
3.3.2.	Muestra .....	27
3.3.3.	Unidad de análisis .....	27
3.4.	Tratamientos en estudio .....	27
3.5.	Prueba de hipótesis .....	28
3.5.1.	Diseño de la investigación .....	28
3.5.2.	Datos a registrar.....	33
3.5.2.1.	Incidencia de larvas vivas de <i>Leptophobia aripa</i> en campo.....	33
3.5.2.2.	Incidencia de pulgones <i>Brevicoryne brassicae</i> en campo .....	33
3.5.2.3.	Rendimiento del cultivo de col por área neta. ....	33
3.5.2.4.	Eficacia de los entomopatógenos para el control de <i>Leptophobia aripa</i> en laboratorio.....	33
3.5.2.5.	Eficacia de los entomopatógeno para el control de <i>Brevicoryne brassicae</i> en laboratorio. ....	33
3.5.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información .....	33
3.6.	Materiales y equipos.....	34
3.6.1.	Materiales.....	34
3.6.1.1.	Materiales de campo .....	34
3.6.1.2.	Materiales de laboratorio .....	34
3.6.2.	Equipos .....	34
3.6.3.	Insumos.....	34

3.7.	Conducción de la investigación.....	35
3.7.1.	Metodología en campo .....	35
3.7.1.1.	Riego de machaco .....	35
3.7.1.2.	Preparación del terreno .....	36
3.7.1.3.	Pasado de grada y nivelación de terreno.....	36
3.7.1.4.	Surcado del terreno .....	36
3.7.1.5.	Trazado del campo experimental .....	36
3.7.1.6.	Obtención de plántulas .....	36
3.7.1.7.	Trasplante.....	37
3.7.1.8.	Fertilización .....	37
3.7.1.9.	Riegos .....	37
3.7.1.10.	Control de malezas .....	37
3.7.1.11.	Aporque.....	37
3.7.1.12.	Control fitosanitario .....	37
3.7.1.13.	Cosecha .....	40
3.7.2.	Metodología en laboratorio.....	40
3.7.2.1.	Aplicación de los tratamientos en laboratorio.....	41
IV.	RESULTADOS.....	44
4.1.	Incidencia de larvas vivas de <i>Leptophobia aripa</i> en campo .....	44
4.2.	Incidencia de pulgones ( <i>Brevicoryne brassicae</i> ) vivos en campo....	51
4.3.	Rendimiento del cultivo de col por planta / por área neta.....	57
4.4.	Eficacia de los entomopatógenos para el control de <i>L. aripa</i> en laboratorio .....	59
4.5.	Eficacia de los entomopatógeno para el control de <i>Brevicoryne brassicae</i> en laboratorio .....	69
V.	DISCUSIÓN .....	71
5.1.	Incidencia de larvas vivas de <i>Leptophobia aripa</i> en campo .....	71
5.2.	Eficacia de los entomopatógenos para el control de <i>L. aripa</i> en laboratorio .....	71
5.3.	Incidencia de pulgones ( <i>Brevicoryne brassicae</i> ) vivos en campo....	72
5.4.	Eficacia de los entomopatógeno para el control de <i>Brevicoryne brassicae</i> en laboratorio .....	72

VI.	CONCLUSIONES .....	73
VII.	RECOMENDACIONES .....	74
VIII.	LITERATURA CITADA.....	75
IX.	ANEXO .....	83

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de hortalizas es una actividad de mucha importancia económica a nivel mundial por el papel que desempeñan en la seguridad alimentaria, su creciente de demanda es debido a factores relacionados con la salud y bienestar de la población.

En el Perú el cultivo de hortalizas representa una alternativa para los pequeños productores, que cuentan con unidades productivas de 1-2 ha, y dentro de ellas se encuentra el género *Brassica*.

El consumo de hortalizas y entre ellas las Brassicaceae (coliflor, brócoli, repollo, col china, etc.) son muy apreciadas en la alimentación humana por poseer un alto valor nutricional y medicinal; por su contenido de vitaminas, minerales, ácido fólico, fibra dietética; así como por sus propiedades antivirales, actividad antibiótica frente a infecciones de *Helicobacter pylori*, actividad antioxidante y principalmente por sus propiedades en la prevención del cáncer (Verhoeven et al., 1997; Cohen et al., 2000; Terry et al., 2001; Keck & Finley, 2004; Araya L. et al., 2006; Moreno et al., 2006 y Maroto et al., 2007).

Una característica de éstas hortalizas es la síntesis de compuestos ricos en azufre, como los glucosinolatos. El efecto quimio protector de éstas hortalizas se debe a su alto contenido de glucosinolatos; y dentro de esto el sulforafano y la glucagrasicina sustancias anti cancerígenas que inducen la enzima fase dos que combate el cáncer, se encarga de la detoxificación de sustancias potencialmente carcinogénicas debido a que aumentan su solubilidad lo cual facilita su excreción. (Campas-Baypoli et al., 2009).

En Huánuco las zonas hortícolas identificadas como tal son Cayrán, el distrito de Nauyan Rondos y Colpa baja lugares donde el cultivo de col es muy importante, permitiendo a las familias poder insertarse con una mayor variabilidad de cultivos en el mercado de hortalizas frescas, pero cuya calidad se ve atenuada por la presencia de las plagas.

Las plagas son factores determinantes para los bajos rendimientos en la producción de repollo en la zona, las plagas de materia en estudio son: Mariposa del repollo (*Leptophobia aripa*) en estado larval son defoliadoras y pueden llegar a “esqueletizar” completamente las plantas dejando sólo las nervaduras. Los pulgones (*Brevicoryne brassicae*) causan daños directos e indirectos a las plantas, que se pueden reflejar en la disminución del rendimiento y/o calidad del producto a cosechar. Los daños directos se producen cuando los pulgones insertan su aparato bucal del tipo picador chupador en los tejidos de las plantas, incorporando saliva tóxica y succionando la savia de todas las partes de la planta. Las plantas afectadas se tornan amarillentas o cloróticas, arrugadas, no logrando formar en algunos casos buenas cabezas de col, coliflor, etc. y ocasionando hasta la muerte de las partes dañadas de las plantas. Cuando las poblaciones de pulgones son altas, las cabezas se vuelven de un color negro por el desarrollo del hongo negro (la fumagina) que crece sobre la secreción azucarada producida por los pulgones. Los daños indirectos se presentan cuando los pulgones son transmisores de virus de plantas. (Cañedo; Alfaro; Kroschel. 2011).

Este proyecto se realizó porque las plagas en la agricultura nacional reducen el volumen de producción y la calidad de los productos e impiden el acceso a nuevos mercados con restricciones sanitarias, además de generar mayores costos por el uso de agroquímicos. Hay que puntualizar en el uso indiscriminado de pesticidas, sabiendo que la Agencia de Protección Ambiental (EPA) establece los límites máximos de residuos (LMR) o tolerancias a los plaguicidas que pueden ser utilizados en distintos alimentos, en ese sentido es de obligatoriedad nacional buscar y adoptar nuevas alternativas, herramientas que permitan maximizar la producción de manera sostenible y minimizar las pérdidas a causa de insectos, malezas y enfermedades y a la vez proteger la biodiversidad y cuidar el medio ambiente.

La presente investigación tiene como objetivos:

**objetivo general**

Determinar el efecto del uso de entomopatógenos en el control de (*Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae*) en col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) en CIFO UNHEVAL

**objetivos específicos**

1. Determinar los efectos de los entomopatógenos en la reducción de la incidencia en *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae*.
2. Determinar el efecto de los entomopatógenos en el porcentaje de eficiencia en condiciones de laboratorio de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae*.

El estudio se realizó a nivel de campo y laboratorio, este proyecto pretende dar solución al uso indiscriminado de los plaguicidas, resistencia y resurgencia de plagas, aparición de nuevas plagas, daños a la salud y contaminación ambiental, que se acentúa en los campos agrícolas del valle de Huánuco y CIFO UNHEVAL.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Fundamento teórico**

#### **2.1.1. Repollo**

##### **2.1.1.1. Origen del repollo**

Originaria de las Islas Británicas y del occidente europeo, actualmente se cultiva en las regiones templadas de Asia y en los trópicos. Las variedades de coles se agrupan en: hoja crespa, la col verde, morada y la col china de hojas algo cerradas que no alcanzan a formar cabeza. Su nombre científico es *Brassica olearacea* L., var. *Capitata*. (Enciclopedia Agropecuaria, 2007).

##### **2.1.1.2. Importancia del cultivo**

FAO (2011) menciona que las hortalizas son de mucha importancia para la alimentación y buena nutrición de la familia, sus hojas, frutos, raíces, tallos y flores son consumidos para satisfacer las necesidades de nuestro organismo, por su alto contenido de minerales, vitaminas y proteínas que contribuyen a mejorar y mantener la buena salud.

Ramírez (2010) menciona que el repollo es reconocido como un aliado contra el estrés. El efecto anticancerígeno se debe a los fitoquímicos y a los glucósidos que contienen todas las crucíferas. Al ser cortadas, pisadas, licuadas o cocinadas, liberan enzimas que transforman los glucósidos en sustancias químicas anticancerígenas. No lo cocine demasiado, sólo dos minutos, pues perderá sus propiedades. Puede también consumirse crudo en ensaladas o frito.

Es además rico en azufre, fundamental para la piel y las articulaciones, ayuda a combatir las infecciones pectorales y es un potente antibacteriano. Contiene además ácido fólico, vitamina C, betacaroteno y fibras. Contiene

sustancias mucilaginosas curativas similares a las que producen las membranas mucosas del estómago y el intestino para protegerse.

Es una hortaliza rica en agua, vitaminas, minerales, hidratos de carbono y fibra. Aporta buenas cantidades de potasio y magnesio, este último sobre todo en las de color blanco, provitamina A, más en las rizadas, folatos y mucha vitamina C cuando se consume en crudo.

### **2.1.1.3. Condiciones edafoclimáticas**

#### **a) Clima**

Edmond (1979) citado por Derteano (2015) manifiesta que el principal factor climático es la temperatura, la col o repollo es básicamente una planta de temperatura fría, en general las plantas prosperan mejor y producen las mejores cabezas en temperaturas que oscilan entre 10 - 21°C; los climas que reciben influencias de grandes masas de agua, son particularmente favorables para el cultivo de col repollo.

#### **b) Suelo**

La mayoría de las coles son moderadamente tolerantes a la salinidad, en cuanto a su pH, está clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, manifestando un rango de pH 5,5 – 6,0, siendo el pH óptimo de 6,2 a 6,8 en lo que se refiere a textura del suelo, se desarrolla en suelos con buen contenido de materia orgánica y drenaje adecuado. Velásquez citado por Vigliola (1992).

### **2.1.2. *Leptophobia aripa***

Pérez (2013) menciona que *Leptophobia aripa* es una mariposa que comúnmente se le conoce como la mariposa de la col o mariposa del repollo, porque estas plantas resultan ser sus hospederos.

Bustillo y Gutiérrez (1975) menciona que esta mariposa es parte de la familia Pieridae, subfamilia Pierinae, los géneros y especies que pertenecen a este grupo taxonómico se reconocen por sus antenas y palpos bien desarrollados. Los Pieridae se reconocen por sus colores blancos, amarillentos o anaranjados, los cuales resultan de la incorporación de pigmentos en las escamas de las alas.

#### **2.1.2.1. Taxonomía**

(Boisduval, 1836) (DeVries, 1987), (Lamas, 2004) citados por Pérez (2013) menciona que la clasificación taxonómica es la siguientes:

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Pieridae

Subfamilia: Pierinae

Género: *Leptophobia*

Especie: *aripa*

#### **2.1.2.2. Características morfológicas**

##### **a) Huevo**

Bustillo y Gutiérrez (1975) mencionan que son de color amarillo anaranjado, presentan la forma de una bala, con la base circular adherida a la hoja y la parte superior adelgazándose tenuemente. Miden en promedio 1,0 x 0,48 mm y tienen 13 estriaciones longitudinales y reticulaciones transversales muy tenues. Los huevos son depositados en grupos, no forman una masa, sino que están aislados uno de otros, sobre el envés de la hoja, y

cuando la población es muy numerosa indistintamente sobre el haz y el envés; cada grupo contiene aproximadamente de 40-80 huevos. Bajo las condiciones ambientales del insectario se determinó un período de incubación de cinco días.

### **b) Larva**

Bustillo y Gutiérrez (1975) mencionan que tan pronto como emergen las larvas empiezan a roer las hojas, pero sin perforarlas. Inicialmente son gregarias, dispersándose luego sobre su huésped, y a medida que crecen producen grandes huecos irregulares en las hojas. Su presencia en los repollos muchas veces se detecta fácilmente por los numerosos excrementos de color verdoso o marrón que dejan distribuidos en toda la planta. Cuando el repollo está formando cabeza, el daño de las larvas es más severo y difícil de controlar debido que la larva está muy protegida en su interior. Una sola larva por planta es suficiente para causar daños económicos.

Tanto los machos como las hembras atraviesan por cinco estadios larvales.

### **c) Pupa**

Bustillo y Gutiérrez (1975) menciona que las pupas son de color verde muy similar al de la larva y miden en promedio 22mm de longitud. La parte ventral se caracteriza por la presencia de puntuaciones negras. Además, tienen una línea media ventral muy tenue de color amarillo. En la mitad de la pupa se observan dos protuberancias negras a manera de cuernos que corresponden a los bordes negros de las alas anteriores en el adulto. El cremaster es corto y ligeramente bifurcado y lo utilizan para adherirse al lugar donde empupan.

Cochagne y Oré Eusebio (2017) mencionan que la pupa es de color verde claro, en la parte media distal presenta dos estructuras alargadas

puntiagudas de color negro y en la parte dorsal presenta puntos de color negro, durando esta fase entre 11 y 13 días.

#### **d) Adulto**

Bustillo y Gutiérrez (1975) mencionan que son mariposas de vuelo ágil, con una envergadura alar de aproximadamente 50mm. Se las observa revoloteando sobre los cultivos de repollos y coles antes de efectuar la ovoposición, especialmente en las horas de mayor intensidad solar.

Cochagne y Oré Eusebio (2017) mencionan que la mariposa emerge entre 28 a 30 días después desde la postura de los huevos; los ojos son de color verde, las alas de color crema blanquecina y en las alas anteriores los bordes son negros

#### **2.1.2.3. Ciclo biológico**

Saunders Joseph L; Coto Daniel T; King Andrew B.S. (1998) indican la duración en promedio de cada estado es la siguiente:

Huevo	: 4 – 5 días
Larva	: 14 – 18 días
Pupa	: 5 – 7 días

#### **2.1.2.4. Daños**

Yépez y Rosales (2003) mencionan que las larvas son defoliadoras y pueden llegar a “esqueletizar” completamente las plantas, dejando sólo las nervaduras. Climáticamente tienen preferencia por las partes altas y frías.

Cave Y Cordero (1992) indican que *Leptophobia aripa* Boisduval (Lepidoptera: Pieridae), comúnmente llamada la mariposa mejicana de la col o el gusano anillado de la col, es una de esas plagas secundarias. Las larvas de esta plaga son gregarias y muy voraces; en ocasiones defolian totalmente

una planta. Sus ataques dentro del cultivo son localizados y sus poblaciones son más altas durante la estación seca.

Saunders Joseph L; Coto Daniel T; King Andrew B.S. (1998) mencionan que las plantas pequeñas pueden quedar defoliadas, las plantas maduras esqueletizadas, los repollos dañados y podridos.

### **2.1.3. *Brevicoryne brassicae***

Larraín (1983) menciona que el pulgón de las crucíferas (*Brevicoryne brassicae* L), es un insecto de amplia distribución mundial, presente en casi la mayoría de las crucíferas causando daño a las plantas en todos sus estados de desarrollo. Son de color azul verdoso de cuerpo redondeado cubierto de una especie de polvillo blanco ceroso. Son capaces de formar colonias muy densas. En las zonas donde se presentan las colonias se produce un encarrujamiento del tejido foliar y amarillez general.

#### **2.1.3.1. Taxonomía**

(Borror, et al 1989) citado por Zarate (2011) menciona que la ubicación taxonómica del pulgón de la col es la siguiente:

Reino: animal

Phylum: artrópoda

Clase: insecta

Orden: homóptera

Suborden: sternorrincha

Superfamilia: aphidoidea

Género: *Brevicoryne*

Especie: *brassicae* L

### **2.1.3.2. Características morfológicas**

INTAGRI (2016) indica que los pulgones adultos son de cuerpo blando en forma de pera u ovalados con un par de tubos llamados cornículos o sifones en la parte posterior de su cuerpo y proyectados hacia atrás. Cuentan con un aparato bucal picador-chupador. Tienen dos formas en su estado adulto alados y sin alas (ápteros). Los adultos sin alas tienen un tamaño de 1.5 a 2.4 mm con colores que pueden ser de verde grisáceo o blanco grisáceo debido a la cubierta cerosa que tienen. Por debajo de la capa cerosa en la parte superior se encuentran ocho manchas color marrón oscuro o negro que aumentan su tamaño en la parte posterior de su cuerpo. Las hembras aladas miden de 2.0 a 2.5 mm y carecen de la cubierta cerosa. Además, sus alas son cortas con venas prominentes y su cabeza, antenas y tórax son color marrón oscuro o negro. Estos áfidos alados tienen un abdomen color amarillo con dos manchas oscuras que se unen en el último segmento abdominal. Las hembras pueden generar de 2 a 5 ninfas por día.

### **2.1.3.3. Ciclo biológico**

INTAGRI (2016) indica que los pulgones del repollo pueden reproducirse por dos vías. En climas cálidos o en los períodos cálidos de los climas templados, las hembras se reproducen por partenogénesis (no necesitan apareamiento) generando ninfas de hembra. Sin embargo, en climas templados cuando la temperatura no es tan cálida (otoño) y las temperaturas comienzan a disminuir su reproducción cambia, ya que en este caso se producen también machos. Al existir machos y hembras se produce el apareamiento y consecuentemente la puesta de huevos. Las generaciones se superponen, con aproximadamente 15 o hasta 20 generaciones por ciclo de cultivo. La duración de su ciclo puede ir desde 16 hasta 50 días dependiendo de la temperatura.

#### 2.1.3.4. Daños

Larraín (1983) menciona que el daño lo provocan por succión de savia, por lo que los rendimientos y calidad de estos cultivos son fuertemente afectados además se considera a este insecto como transmisor de algunas enfermedades virósas. El ataque del pulgón de las crucíferas se manifiesta temprano favoreciendo su desarrollo, las condiciones ambientales de febrero y marzo declinan su importancia a medida que la temperatura disminuye.

Infoagro (2010) menciona que produce daños:

- A) Directos: Se deben a la alimentación sobre el floema de la planta (existen muy pocas especies que se alimentan de la xilema). Las ninfas y los adultos extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento. Esto origina un debilitamiento de la planta, deteniéndose el crecimiento, las hojas se arrollan y si el ataque es muy severo la planta se puede secar. La detención del desarrollo o la pérdida de hojas se traduce en una reducción de la producción final.
- B) Indirectos: Como consecuencia de la alimentación pueden generarse los siguientes daños indirectos:
- Reducción de la fotosíntesis, la savia es pobre en proteínas y rica en azúcares por lo que los áfidos deben tomar gran cantidad de savia para conseguir suficientes proteínas. Así, los pulgones excretan el exceso de azúcar como melaza que se deposita en el envés de las hojas y cayendo al haz de la hoja de abajo. Este exceso de melaza favorece el desarrollo de mohos de hollín, tizne o negrilla (*Cladosporium spp.*), lo que da lugar a una reducción de la actividad fotosintética de la planta y un descenso de la producción. Cuando este hongo mancha los frutos, deprecia su valor comercial.
  - Pueden transmitir a la planta sustancias tóxicas.

- Vectores de virus fitopatógenos. Los áfidos pueden transmitir hasta 117 tipos de virus fitopatógenos. Los pulgones son el grupo de insectos más eficaz en cuanto a la transmisión de virosis, normalmente es realizada por las formas aladas. En los cultivos hortícolas destaca la transmisión de los virus CMV y PVY en solanáceas y CMV, WMV-II y ZYMV en cucurbitáceas.

CATIE (1990) menciona que las ninfas y los adultos chupan la savia de manera intensa causando distorsión, marchitamiento y clorosis en las partes atacadas con el consiguiente debilitamiento de la planta. Además, la mielecilla que excretan en abundancia provee un medio para el crecimiento del hongo que produce la fumagina, lo que mancha el producto. Cuando la infestación ocurre antes del cabeceo pueden causar un daño severo por distorsión en el desarrollo de la cabeza.

La superposición de las hojas de repollo durante su crecimiento, proporciona un refugio excelente para este áfido, lo que dificulta su control esto hace que la etapa más susceptible sea la etapa de formación de la cabeza, aunque también si ocurre una infestación severa en la etapa de trasplante puede ocasionar un retraso en el desarrollo de la planta y hasta su muerte.

#### **2.1.4. Entomopatógenos**

Wanderley (2009) menciona que los hongos entomopatógenos son importantes agentes de control biológico de insectos y frecuentemente ocasionan epizootias que reducen significativamente sus poblaciones. Se conocen más de 700 especies de hongos entomopatógenos, pero poco más de 10 han sido empleadas en el control biológico de insectos.

Rayas y Labra (2009) señalan que el uso de los entomopatógenos (hongos, bacterias, virus, nemátodos) como agentes de control biológico son

ampliamente reconocidos debido a su modo de infección distintivo, estos pueden tener un papel único o complementario en el control de insectos plaga. Algunos no requieren ser ingeridos por su hospedero para causar la infección; las esporas pueden penetrar directamente a través de la cutícula ayudados por la acción de enzimas hidrolíticas, además de la presión mecánica ejercida en el punto de contacto. Las enzimas participantes son factores determinantes en el éxito de la infección

Rojas y Gutiérrez (2017) manifiestan que los entomopatógenos cuentan con hospederos relativamente específicos, con mínimo efecto en organismos benéficos, pueden ser compatibles con otros programas de MIP, es conocido que tienen baja toxicidad en mamíferos, su reproducción no requiere alta tecnología de aquí que sea una alternativa viable para el uso en la agricultura.

FUNICA (1990?) manifiesta que los Hongos Entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plagas. Virtualmente todos los insectos son susceptibles a las enfermedades causadas por hongos. Se conocen muchas especies de hongos entomopatógenos, correspondientes a alrededor de 100 géneros. Entre los géneros más importantes podemos mencionar: *Metarrhizium*, *Beauveria*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Zoophthora*, *Erynia*, *Eryniopsis*, *Fusarium*, *Hirsutella*, *Hymenostilbe*, *Paecilomyces* y *Verticillium*

Jackson y Col (1997), mencionan que los entomopatógenos tienen la capacidad de infectar exitosamente una gran diversidad de insectos plaga; están ampliamente diseminadas en diferentes ecosistemas y/o hábitat por lo que se pueden utilizar exitosamente en los campos agrícolas, siendo inocuos para animales de sangre caliente, plantas y demás componentes del agroecosistema.

#### **2.1.4.1. Mecanismos de acción**

Tanada y Kaya (1993) citado por Cañedo y Ames (2004) mencionan que la enfermedad producida por hongos se llama micosis y el desarrollo de la micosis puede ser separado en tres fases:

##### **1. Adhesión y germinación de la espora en la cutícula del insecto:**

El proceso de adhesión, dependiendo del hongo, puede ser un fenómeno específico o no específico. Mientras que la germinación de las esporas es un proceso mediante el cual una espora emite uno o varios pequeños tubos germinativos que al crecer y alargarse dan origen a las hifas, este proceso depende de las condiciones de humedad y temperatura ambiental. La espora que germina en el insecto forma un tubo germinativo el cual funciona como una hifa de penetración de la cutícula. También puede producir una estructura llamada apresorio la cual ayuda a la adhesión de la espora. Los hongos, además, pueden infectar a los insectos a través de las aberturas corporales como son cavidad bucal, espiráculos y otras aberturas externas. Las esporas pueden germinar rápidamente en estos ambientes por ser húmedos. Cuando lo hacen en los fluidos digestivos, pueden destruir a la hifa germinativa. En este caso, el insecto no muere de micosis sino a causa de las toxinas.

##### **2. Penetración dentro del hemocele:**

Esta penetración por parte de la hifa es el resultado de la degradación enzimática de la cutícula y la presión mecánica ejercida por el tubo germinativo. Además, depende de las propiedades de la cutícula, grosor, esclerotización, presencia de sustancias nutricionales y antifungosas (Charnley, 1984) y estado de desarrollo del insecto. La digestión del integumento se produce mediante las enzimas (proteasas, aminopeptidasas, lipasas, estererasas y quitinasas). Cuando la hifa ha llegado al hemocele, se pueden producir diferentes reacciones de defensa del insecto frente a un

cuerpo extraño: la fagocitosis, encapsulación celular y la formación de compuestos antimicrobianos como las lisozimas, aglutininas y melanización. En este caso, el hongo debe vencer el sistema inmunológico del hospedante antes de entrar a la hemolinfa y desarrollarse dentro del insecto.

### **3. Desarrollo del hongo que resulta en la muerte del insecto:**

Luego de que llegue al hemocele, el hongo puede evitar la defensa inmune del insecto produciendo células parecidas a levaduras, llamadas blastosporas, que se multiplican y dispersan rápidamente, desarrollando protoplastos, elementos discretos ameboideos, sin pared celular que no son reconocidos por los hemocitos del hospedante (Pérez, 2004) y produciendo micotoxinas (Tanada y Kaya, 1993). La muerte del insecto se produce con mayor rapidez cuando es afectado por un hongo entomopatógeno que produce cantidades considerables de toxinas, ya que se adiciona la toxemia a la destrucción de los tejidos y a las deficiencias nutricionales. A continuación del crecimiento del hongo en el hemocele, se producen los síntomas fisiológicos del insecto afectado como convulsiones, carencia de coordinación y comportamientos alterados (deja de alimentarse, reduce su movimiento), entra en un estado letárgico y finalmente muere, lo que puede ocurrir relativamente rápido o en unos cuantos días. Los hongos pueden producir sustancias antibacterianas que alteran la coloración del cadáver (Ferrón, 1978). El hongo crece en el hemocele formando masas micelianas que salen al exterior fundamentalmente por las regiones intersegmentales –esporulando sobre el cadáver y produciendo inóculo para infectar a otros insectos– y por las aberturas naturales (espiráculos, boca y ano).

#### **2.1.4.2. *Bacillus subtilis***

Sánchez (2012) menciona que *Bacillus subtilis* es una bacteria Gram positiva que produce una gran cantidad de lipopeptidos, metabolitos primarios o secundarios con amplio espectro antibiótico. Dichos metabolitos son

supresores efectivos de algunos patógenos de plantas incluyendo; especies de *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Septoria*, y *Verticillium*.

Shariati y otros (1995) indican que *Bacillus subtilis* está formado por bacterias que comparten la característica de catabolizar un amplio rango de carbohidratos por las vías de Embden-Meyerhof-Parnas (glicólisis) y de pentosas fosfato (Priest, 1993). La mayoría de estas bacterias crecen en condiciones anaeróbicas por respiración de nitratos a excepción de *B. megaterium* y *B. pumilus*, mientras que algunas como *B. cereus*, *B. licheniformis* y *B. thuringiensis* fermentan azúcares en ausencia de un aceptor final de electrones.

#### **2.1.4.3. *Bacillus thuringiensis*. Var. *kurstaki***

Flores et al (2011) manifiestan que *Bacillus thuringiensis* es considerado como el principal agente promisorio de control biológico de dípteros, lepidópteros y coleópteros; presenta algunas ventajas en relación a los agentes de control químico, es un patógeno de invertebrados muy versátil, infecta protozoos, nemátodos, ácaros e insectos que son plagas fitopatógenas o peligrosas para la salud humana y animal

Bacteria tipo aeróbica con capacidad de activarse en presencia de nitratos como receptor de electrones, especie netamente del suelo con alto índice de multiplicación y que prospera en diversos habitats con amplio rango de temperatura. Productor de diversidad de antibióticos y enzimas hidrolíticas extracelulares, forma esporas termo resistentes, es catalasa (Ferrari et al.,1993)

Peña et al. (2012) manifiestan que las inclusiones contienen varios tipos de pro toxinas llamadas  $\delta$ -endotoxinas. Las  $\delta$ -endotoxinas son los factores más significativos que determinan la toxicidad de esta bacteria hacia un amplio rango de especies de insectos. La bacteria puede producir otras

proteínas insecticidas durante las diferentes fases de su desarrollo y compuestos extracelulares como: enterotoxinas, fosfolipasas, hemolisinas, proteinasas, proteínas insecticidas vegetativas,  $\beta$ -exotoxinas, bacteriocinas, proteínas de superficie, antibióticos que pueden contribuir a su patogenicidad y además pueden funcionar como receptor, como en el caso de la proteína Cyt1Aa. Bt se encuentra en todo el mundo y en todos los ecosistemas debido a que su espora es resistente a la deshidratación y altas temperaturas.

#### **2.1.4.4. *Metarhizium anisopliae***

Gómez y Mendoza (2004) Mencionan que *Metarhizium anisopliae* es un patógeno que ataca naturalmente a más de 300 especies de insectos de diferentes órdenes.

Leger; Charney y Cooper (1986) mencionan que el *M. anisopliae* es un patógeno fúngico extendido, transmitido por el suelo, de insectos, garrapatas y ácaros, con un gran potencial como una alternativa ecológica a los pesticidas químicos convencionales para el control de plagas de importancia socioeconómica

Monzón (2001) citado por González (2012) menciona que algunas plagas que son afectadas por este hongo son la salivita de la caña de azúcar (*Aeneolamia varia*), y chinches plagas de diversos cultivos. Los insectos muertos por este hongo son cubiertos completamente por micelio, el cual inicialmente es de color blanco, pero se torna verde cuando el hongo esporula.

Ojeda *et al.*, (2010) menciona que, *M. anisopliae* presenta la habilidad de crecer en forma saprófita, facilidad de diseminación de los conidios, capacidad de sobrevivencia en el suelo y reproducción asexual. Requiere temperatura óptima de 25 a 30 °C y humedad relativa del 100 %. Los límites térmicos para la germinación de los conidios y de las hifas de *M. anisopliae* se encuentran alrededor de 37 a 40 °C respectivamente. A una humedad por debajo de 53 % se reduce la viabilidad de los conidios.

FUNICA (1990?) manifiesta que al igual que *B. bassiana*, este hongo pertenece a la clase Deuteromycetes, orden Moniliales, Familia Moniliaceae. Este patógeno ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diversos órdenes (Alves 1986). Algunas plagas que son afectadas por este hongo son la salivita de la caña de azúcar (*Aeneolamia* spp y *Prosapia* sp), y chinches plagas de diversos cultivos.

El mismo autor manifiesta que los insectos muertos por este hongo son cubiertos completamente por micelio, el cual inicialmente es de color blanco, pero se torna verde cuando el hongo esporula. Para cada plaga en particular existen cepas específicas, las cuales se han venido seleccionando debido a la patogenicidad que tienen sobre la plaga, así como por sus características de producción. Por ejemplo, para el control de la broca del café la cepa más efectiva es Bb-114; para plutella de repollo es la cepa Bb-38, para el control de picudo de chiltoma es la cepa Bb-64 y para el control de la salivita de caña, la cepa más efectiva es la cepa Ma-NB.

Leger, Charney y Cooper (1986) manifiestan que los procesos de infección de *Metarhizium* son similares a los de otros hongos entomopatógenos; implican una unión conidial a la superficie del huésped seguida de la germinación y la penetración de la cutícula del huésped mediante una combinación de actividad enzimática y fuerza mecánica. La pared celular fúngica es crítica en el proceso de infección y participa en numerosas funciones esenciales, incluidas la protección, la estabilidad osmótica, la morfogénesis y las interacciones célula-célula, específicamente el reconocimiento y la adhesión del huésped. Comprende principalmente muchas proteínas asociadas con interacciones huésped-patógeno ubicadas en la pared celular externa unida covalentemente a  $\beta$ -1,6-glucanos. Estas proteínas incluyen las superóxido dismutasas, fosfolipasas, aspartil proteasas y adhesinas. El reconocimiento molecular a través de estas proteínas es un

evento clave en la patogénesis, ya que se inicia el proceso de infección entre las adhesinas fúngicas y los receptores específicos en la cutícula del huésped.

Desde la perspectiva de los hospedadores, la cutícula de artrópodos es la barrera principal y posiblemente la más importante para el entorno externo y, en particular, los patógenos fúngicos. La estructura de la superficie, la topografía y la composición química pueden influir en la adhesión de las esporas y, por lo tanto, en la patogenicidad de los hongos, con lípidos hidrofóbicos y compuestos fungistáticos dentro de la capa de cera epicuticular más externa que desempeña un papel esencial en la unión y germinación de los propágulos fúngicos. La adhesión firme de los conidios es crucial para el éxito del patógeno, ya que puede influir en la especificidad y la virulencia.

Cave et al (2005) sostiene que *Metarhizium anisopliae*, en un hongo entomopatógeno que produce esporas o conidias de color verde y forma ovalada y los insectos muertos por este hongo presentan un crecimiento de color verde.

Manifiesta además que los insectos enfermos detienen su alimentación y reducen su movimiento para finalmente morir. En el cuerpo del insecto muerto, se observa el micelio de color blanco y las esporas (color verde) principalmente en áreas menos esclerosadas.

#### **2.1.4.5. *Beauveria bassiana***

González, Noé y Rodríguez (2012) mencionan que este hongo ataca a más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, incluyendo plagas de gran importancia agrícola, entre las que están la broca del café, la palomilla del repollo y el picudo del plátano.

El género *Beauveria* está compuesto por varias especies: *B. bassiana*, *B. brongniartii* ó *B. tenella*, *B. amorpha* y *B. velata*, sin embargo, las más frecuentemente estudiadas son *B. bassiana* y *B. brongniartii*. La colonia de

*Beauveria* en PDA a los 14 días es algodonosa a polvorienta, blanca y a medida que va pasando el tiempo se vuelve amarillenta y cremosa. El revés es de color rojizo al centro y amarillento alrededor. Se caracteriza por presentar conidióforos sencillos, aproximadamente de 1-2  $\mu$  de diámetro.

Están irregularmente agrupados o en grupos verticilados, en algunas especies hinchados en la base y adelgazándose hacia la porción que sostiene la conidia, la cual se presenta en forma de zig-zag, después de que varias conidias se producen; las conidias son hialinas, redondeadas a ovoides y unicelulares, midiendo aproximadamente de 2 a 3 X 2 a 2.5  $\mu$ .

Cave et al (2005) mencionan que *Beauveria bassiana*, en un hongo entomopatógenos que provoca una enfermedad o produce toxinas que causan la muerte de los insectos, en sus diferentes estadios. Su cuerpo está formado por una estructura llamada micelio y produce esporas asexuales llamadas conidias de forma redonda y color blanco o hialino. Los insectos muertos por este hongo presentan un crecimiento de color blanco. Ataca a más de 200 especies de insectos (coleóptero, lepidóptero, hemíptero, etc.).

El mismo autor indica que las esporas se adhieren al cuerpo de los insectos y germinan formando un tubo germinativo y luego ocurre el proceso de penetración mediante acción física del hongo, a través del tubo de penetración y por medio de enzimas que ayudan digerir la cutícula del insecto. Los insectos atacados dejan de alimentarse, reducen su movimiento y luego ocurre la muerte. En los cadáveres de los insectos atacados, se observa el micelio y las esporas (color blanco) principalmente en áreas menos esclerosadas.

#### **2.1.5. Eficacia de los entomopatógenos**

Mejía (2015) menciona que el grado en que se logran los objetivos y metas de un plan, es decir, cuanto de los resultados esperados se alcanzan. La eficacia consiste en concentrar los esfuerzos de una entidad en las

actividades y procesos que realmente deben llevarse a cabo para el cumplimiento de los objetivos formulados.

#### **2.1.6. Eficiencia de los entomopatógenos**

Mejía (2015) menciona que es el logro de un objetivo al menor costo unitario posible. En este caso estamos buscando un uso óptimo de los recursos disponible para lograr los objetivos deseados.

## 2.2. Antecedentes

Hernández (2013) en su estudio sobre efectividad biológica de entomopatógenos para control de plagas de brócoli en Mexquitic de Carmona reporta que en los áfidos no se observaron diferencia estadística significativa en el número total de áfidos por planta, encontrados antes de la primera aplicación de los productos bioinsecticidas en campo ( $F = 1.35$  y  $P = 0.29$ ), ni a los tres ( $F = 1.46$  y  $P = 0.25$ ) o a los cinco días ( $F = 0.45$  y  $P = 0.80$ ). Sin embargo, se puede apreciar que en términos generales las plantas testigo, las tratadas con los derivados de *B. thuringiensis* y las que fueron tratadas con la mezcla de los tres hongos, presentaron el mayor número de pulgones (varía la cantidad de 3.26 a 4.41; mientras que las que fueron asperjadas con *B. bassiana* presentaron la menor cantidad de pulgones totales por planta de 2.55 a 3.30, seguido de las tratadas con *M. anisopliae* que presentaron de 3.44 a 3.56.

Malpartida, Narrea, Dale (2013) en su estudio sobre patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., sobre el gusano defoliador del maracuyá *Dione juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae) en laboratorio reporta que en condiciones de laboratorio la cepa comercial Bb-SENASA de *Beauveria bassiana* fue patogénica para larvas de *Dione juno* en el 3er estadio, alcanzando mortalidades del 100% con la concentración 108 conidias ml.L-1, además presenta alta capacidad para disminuir drásticamente el consumo de alimentos al segundo día de aplicación. La CL50 obtenida para esta cepa, fue de  $9,39 \times 10^6$  conidias ml.L-1 y La CL95 fue de  $1,42 \times 10^8$  conidias ml.L-1. Estos valores son similares a los reportados para el control de otros insectos, e indican que *Dione juno* es susceptible de ser controlado por *Beauveria bassiana*.

Rojas, Gutiérrez et al., (2017) mencionan que en sus estudios sobre la Capacidad biocontroladora de *Beauveria brongniartii* (Sacc.) y *Metarhizium*

*anisopliae* (Metsch.,) en el control de pulgones *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae), demostró la capacidad de virulencia de los hongos en la mortalidad de la plaga en un menor tiempo, controlando el 50 y 80% de áfidos con 78.1 y 123.8 h respectivamente. Se demuestra que los aislados del genero *Beauveria sp.*, mantienen un comportamiento superior en el control de áfidos con respecto a aislados del genero *Metarhizium sp.*

Becerra (2010) en sus estudios sobre la evaluación con formulaciones comerciales y aislados nativos de entomopatógenos en la mortalidad de pulgones de las cucurbitáceas, halló una mortalidad de 63% a 5.25 días para ambas especies de hongos *Beauveria bassiana* y *metarhizium anisopliae*.

Fernandez, Londoña y Jaramillo (2003) en sus estudios sobre *Plutella xylostella* susceptibilidad a diferentes aislamientos nativos de *Beauveria bassiana* y efecto adicional a otras coliflores lepidópteras reporta que los tres tratamientos fueron  $2.7 \times 10^5$ ,  $2.1 \times 10^6$  y  $2.4 \times 10^6$  c / ml, respectivamente. Las tres fuentes examinadas de *B. bassiana* causaron mortalidad a *P. xylostella* en condiciones de campo. Destaca la infección del aislamiento CLS 029. Larvas de *L. aripa*. Sólo una larva de *Copitarsia sp.* Se infectó con el aislamiento CLS 003. Ninguno de los tratamientos afectó a la sp.

## 2.3. Hipótesis

### Hipótesis general

- Si aplicamos entomopatógenos al cultivo de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) entonces se tendrá efecto significativo en el control de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae* en CIFO UNHEVAL

### Hipótesis específicas

- Con la aplicación de los entomopatógenos se tendrá efectos significativos en la incidencia de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae* en col (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) CIFO UNHEVAL.
- Con la aplicación de los entomopatógenos se tendrá efecto significativo en la reducción del porcentaje de eficiencia de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae* en condiciones de laboratorio.

## 2.4. Variables

### Variables dependientes

Control de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae*

- número de *Leptophobia aripa* vivas por área neta en campo
- número de *Brevicoryne brassicae* vivos por área neta en campo
- número de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae* vivos en laboratorio.

Rendimiento del cultivo de repollo

- peso de las plantas de repollo
- 

### Variables independientes

Especies entomopatógenos

- *Bacillus thuringiensis* Var. *kurstaki*
- *Bacillus subtilis*
- *Metarhizium anisopliae*
- *Beauveria bassiana*

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El experimento fue llevado a cabo en el Centro de Investigación Olerícola Frutícola (CIFO), ubicado a la margen izquierda del río Huallaga Cayhuayna en la carretera Lima – Huánuco, cuya ubicación política y posición geográfica es la siguiente.

##### Ubicación política

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Pillco Marca
Lugar	:	Cayhuayna

##### Ubicación geográfica

Latitud Sur	:	09°58'12"
Longitud Oeste	:	76°15'08"
Altitud	:	1 947 msnm

#### 3.2. Tipo y Nivel de investigación

##### 3.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque se generó tecnologías expresadas en el uso de entomopatógenos en el control de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae* en col (*Brassica oleracea var. capitata*), solucionando el problema de uso indiscriminado de los plaguicidas, resistencia y

resurgencia de plagas, aparición de nuevas plagas, daños a la salud y contaminación ambiental.

### **3.2.2. Nivel de investigación**

Experimental, porque se manipuló la variable independiente Entomopatógenos, se midió el efecto en la variable dependiente control de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae* y se comparó con un testigo sin ninguna aplicación.

### **3.3. Población, muestra y unidad de análisis**

#### **3.3.1. Población**

Estuvo constituido por 1920 plantas de col variedad Globe Master, donde se tuvo 96 plantas por parcela experimental.

#### **3.3.2. Muestra**

Estuvo conformada por 24 plantas pertenecientes a los surcos centrales de la parcela experimental, haciendo un total de 480 plantas de col a evaluar.

#### **3.3.3. Unidad de análisis**

Conformada por parcelas experimentales en el que se evaluaron, larvas de *Leptophobia aripa* y pulgones *Brevicoryne brassicae*.

### **3.4. Tratamientos en estudio**

En el presente trabajo de investigación se estudió el efecto de entomopatógenos en el control de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae* dispuestas en 5 tratamientos, tal como se indica en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Factores y tratamiento en estudio.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CONCENTRACIÓN
T1	<i>Bacillus subtilis</i>	40ml/20L de agua
T2	<i>Bacillus thuringiensis</i> Var. <i>kurstaki</i>	40ml/20L de agua
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	40g/20L de agua
T4	<i>Beauveria bassiana</i>	40g/20L de agua
T5	sin aplicación de entomopatógenos	sin dosis

### 3.5. Prueba de hipótesis

#### 3.5.1. Diseño de la investigación

Es experimental, en su forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), constituido por 4 repeticiones, 5 tratamientos que hacen un total de 20 unidades experimentales.

Siendo usó la siguiente ecuación lineal:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Para  $i = 1,2,3,4,5$  (Número de tratamientos)

$j = 1,2,3,4$  (Número de bloques)

Donde:

$Y_{ij}$  = observación del i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

$U$  = Efecto de la media

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto verdadero del j-ésimo bloque

$E_{ij}$  = Error experimental

Para la prueba de hipótesis se utilizó ANDEVA al 5% y 1% para determinar la significación entre tratamientos repeticiones (tabla 02). Para la comparación de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de los rangos de DUNCAN, al 5% y 1%, para determinar la significación entre tratamientos.

**Cuadro 2.** Análisis de variancia

<b>Fuente de Variación (F.V)</b>	<b>Grados de Libertad (GL)</b>	<b>Cuadros Medios Esperados (CME)</b>
Bloques	$(b-1) = 3$	$\alpha^2 e + t \alpha^2 r$
Tratamientos	$(t-1) = 4$	$\alpha^2 e + r \alpha^2 t$
Error experimental	$(r-1) (t-1) = 12$	$\alpha^2 e$
<b>Total</b>	<b><math>(r \cdot t - 1) = 19</math></b>	

### Descripción del campo experimental

#### Campo experimental

Longitud del campo experimental	: 30.6 m
Ancho del campo experimental	: 23 m
Área total del campo experimental (30.6) (23)	: 703.8 m <sup>2</sup>
Área experimental (26.88) (20)	: 537.6 m <sup>2</sup>
Área de camino (703.8 - 537.6)	: 166.2 m <sup>2</sup>

**Bloques:**

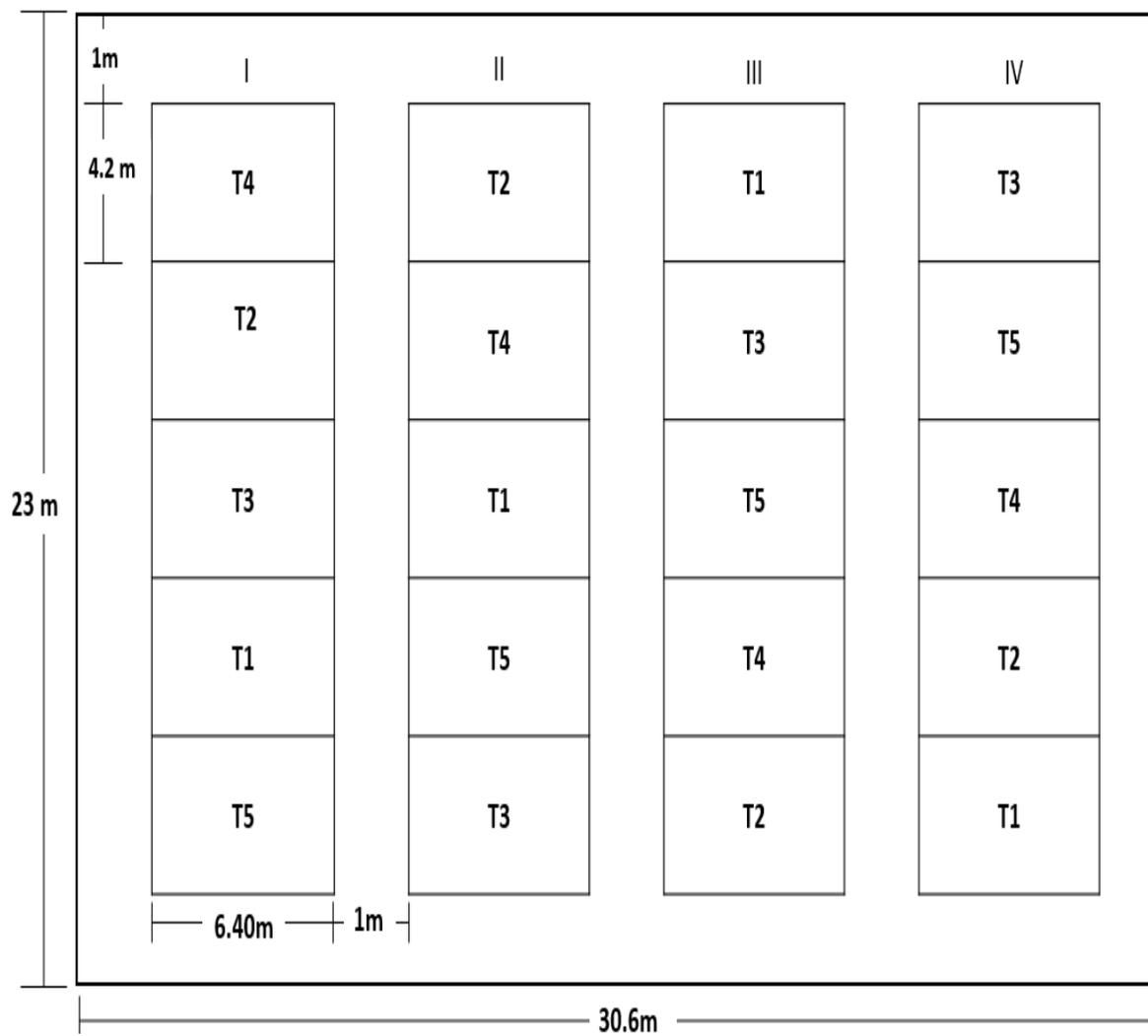
Número de bloques	:	4
Tratamiento por bloque	:	5
Longitud del bloque	:	21 m
Ancho de bloque	:	6.40 m
Área total de cada bloque (6.40 x 21m)	:	134.4 m <sup>2</sup>

**Parcelas:**

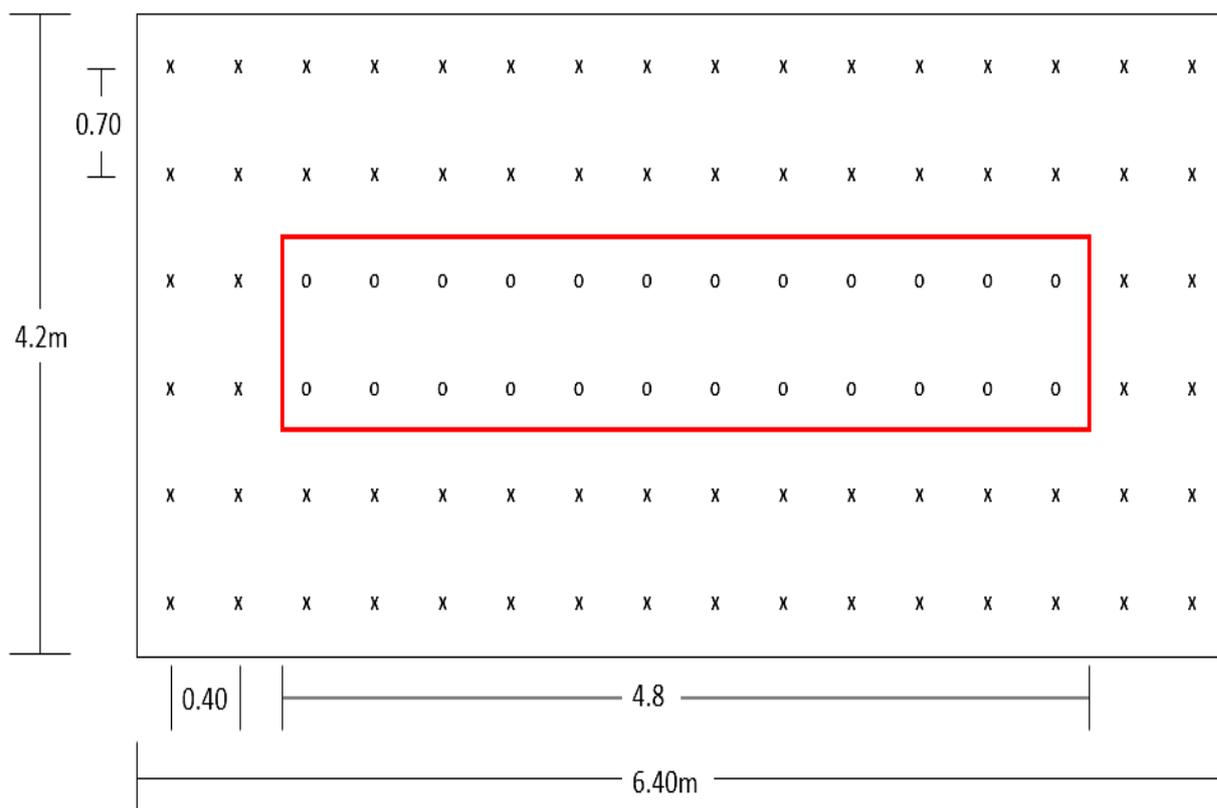
Longitud de la parcela	:	6.4 m
Ancho de la parcela	:	4.2 m
Área total de la parcela (6.4m x 4.2m)	:	26.88 m <sup>2</sup>
Área neta experimental (4.8m x 1.4m)	:	6.72 m <sup>2</sup>
Número total de parcelas	:	20

**Surcos:**

Longitud de parcela	:	6.40 m
Número de surcos/parcela	:	6
Distanciamiento entre surcos	:	0.70 m
Distanciamiento entre plantas	:	0.40 m
Número de plantas por unidad experimental	:	96
Número de plantas por área neta experimental	:	24
Número de plantas por golpe	:	1
Número de plantas por surco	:	16



**Figura. 01.** Croquis del campo experimental de col



**Figura 02.** Detalle de la parcela experimental

<b>LEYENDA</b>	
Delimitación de área neta experimental	—
Plantas experimentales	o
Plantas de borde	x

### **3.5.2. Datos a registrar**

- 3.5.2.1. Incidencia de larvas vivas de *Leptophobia aripa* en campo
- 3.5.2.2. Incidencia de pulgones *Brevicoryne brassicae* en campo
- 3.5.2.3. Rendimiento del cultivo de col por área neta.
- 3.5.2.4. Eficacia de los entomopatógenos para el control de *Leptophobia aripa* en laboratorio.
- 3.5.2.5. Eficacia de los entomopatógeno para el control de *Brevicoryne brassicae* en laboratorio.

### **3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información**

#### **Análisis de contenido**

Los estudios y el análisis se realizaron de manera objetiva y sistemática obteniendo información de los libros, revistas, boletines, tesis, internet, etc, que servirán para elaborar el marco teórico de la investigación.

#### **Fichaje**

Permitió recolectar información bibliográfica de diferentes medios de información para elaborar la literatura citada.

#### **Observación**

Permitió recolectar los datos directamente del campo experimental.

### **Instrumentos de recolección de información**

#### **a) Formato de gestión de Información**

Se utilizó para la recopilación de información de manera textual, procedente de páginas web y archivos disponibles en formato PDF, WORD, PPT y EXCEL, los textos bibliográficos obtenidos de bases de datos de Scienc Direct, Scielo, Redalyc, Google Académico, Latindex, Crossref, como también Hemerográficas, etc.

### **Libreta de campo**

Se registró los datos de la variable independiente y dependiente, así mismo de las labores agronómicas culturales y otros datos adicionales que son necesarios.

## **3.6. Materiales y equipos**

### **3.6.1. Materiales**

#### **3.6.1.1. Materiales de campo**

- Libreta de campo
- Calculadora científica
- Wincha
- Pares de botas de jebe
- Traje de fumigación

#### **3.6.1.2. Materiales de laboratorio**

- Placas Petri
- Frascos de muestreo
- Contador de manual de metal
- Probeta

### **3.6.2. Equipos**

- Estereoscopio
- Cámara climática
- Mochila fumigadora

### **3.6.3 Insumos**

Bioinsecticidas

**Cuadro 3.** Información técnica de los entomopatógenos

MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	GRUPO BIOLÓGICO	EMPRESA	DOSIS DE ETIQUETA	DOSIS APLICADA
<i>Bacillus subtilis</i> $2.5 \times 10^9$ ufc/ml 1 Litro de (SC).	Biosafe	Bacteria	PBA	1.0 a 2.0 L/200L	40 L/20L H <sub>2</sub> O
<i>Bacillus thuringiensis var kurstaki</i> . $2.5 \times 10^9$ conidias/ml 1 Litro de (SC)	BesT-K	Bacteria	PBA	1.0 a 2.0 L/200L	40 L/20L H <sub>2</sub> O
<i>Metarhizium anisopliae</i> $> 1.0 \times 10^{10}$ con/gr 200 gr (wp)	Metarrizo	Hongo	PBA	0.3 – 05 kg/200L	40 g /20L H <sub>2</sub> O
<i>Beauveria bassiana</i> $> 1.5 \times 10^{10}$ conidias/g 200 g (wp).	Yurak	Hongo	PBA	0.2 Kg / 200L	40 g/20L H <sub>2</sub> O

### 3.7. Conducción de la investigación

#### 3.7.1. Metodología en campo

##### 3.7.1.1. Riego de machaco

Se realizó mediante la inundación de terreno, con dos propósitos fundamentales crear un ambiente inadecuado para las larvas y huevos de los insectos, al incorporar agua al terreno a fin de obtener la humedad adecuada que permita realizar la roturación del terreno y la eliminación de las malezas.

### **3.7.1.2. Preparación del terreno**

Una vez verificada la humedad adecuada del terreno, se realizó la preparación a tracción mecánica con el objetivo remover el suelo y obtener condiciones favorables para la siembra, emergencia y un adecuado desarrollo de las plántulas, el mismo que permitió una distribución uniforme del agua, semilla y los fertilizantes.

### **3.7.1.3. Pasado de grada y nivelación de terreno**

Concluida la rotulación se procedió a la pasada de grada en forma cruzada y se niveló para evitar problemas de encharcamiento, lo que ayudó a mejorar la distribución y el aprovechamiento del agua de riego y una mayor uniformidad de emergencia de las plántulas.

### **3.7.1.4. Surcado del terreno**

El surcado se realizó en forma mecanizada con la ayuda de un tractor agrícola a 0.70 metros entre surcos.

### **3.7.1.5. Trazado del campo experimental**

Preparado el terreno, con la ayuda de una wincha, se procedió a medir y colocar estacas con cordel en los diferentes puntos del campo experimental para el trazado de las calles, bloques, parcelas quedando de esta manera bien demarcadas nuestro campo experimental.

### **3.7.1.6. Obtención de plántulas**

Se compró plántulas de la variedad Globe Master es un híbrido de una madurez precoz a intermedia con cabezas redondas y uniformes, cuando se adquirió estas plántulas tenía la edad de 30 días. Al tener los pilones en el lugar de trabajo se procedió al transplante a una distancia de 0.40 m planta a planta y 0.70 m dentro de surco.

#### **3.7.1.7. Trasplante**

Se realizó de forma manual a razón de una planta por golpe, con el distanciamiento de 0,40 m planta a planta y se concluyó con un riego por gravedad.

#### **3.7.1.8. Fertilización**

Se realizó en forma fraccionada la primera al momento del trasplante con la incorporación del 50% de nitrógeno todo el fósforo y potasio a una dosis de 225 – 280 – 220 de NPK, la segunda fertilización se realizó a los 27 días después del trasplante donde fue incorporado al 50% restante de nitrógeno.

#### **3.7.1.9. Riegos**

Se aplicaron de acuerdo a la necesidad hídrica de la planta y fue por gravedad.

#### **3.7.1.10. Control de malezas**

La eliminación de malezas se realizó a los 26 días después del trasplante en forma manual, con el objetivo de favorecer el desarrollo normal de las plantas y evitar la competencia con malezas en cuanto a luz y nutrientes.

#### **3.7.1.11. Aporque**

Se llevó a cabo con la finalidad de dar mayor estabilidad a las plantas.

#### **3.7.1.12. Control fitosanitario**

##### **a) Análisis de agua**

Para las aplicaciones de *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* Var. *kurstaki*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, se realizó un previo análisis de agua.

**Cuadro 4.** Análisis de agua

<b>AGUA POTABLE REPOSADO 48 HORAS</b>				
<b>No. Laboratorio</b>			<b>155</b>	
<b>No. Campo</b>	<b>Muestra AR-01</b>		<b>Límite máximo permisible</b>	<b>Descripción</b>
Ph		6.93	6.5 - 7.5	Aceptable
C.E.	dS/m	0.16	1	Aceptable
Calcio	meq/L	1	50	Aceptable
Magnesio	meq/L	0.3	63	Aceptable
Potasio	meq/L	0.03	100	Aceptable
Sodio	meq/L	0.18	70	Aceptable
SUMA DE CATIONES		1.51		
Nitratos	meq/L	0.01	50	
Carbonatos	meq/L	0	10	Aceptable
Bicarbonatos	meq/L	1.12	91	Aceptable
Sulfatos	meq/L	0.34	600	Aceptable
Cloruros	meq/L	0.3	140	Aceptable
SUMA DE ANIONES		1.77		
Sodio	%	11.81	200 mg/Na L	Aceptable
RAS		0.22	5	Aceptable
Boro	ppm	0.03	0.7	Aceptable
Clasificación		C3-S1		

**FUENTE:** Laboratorio Facultad de análisis de suelos, aguas, plantas, UNALM.

Con el objetivo de medir el pH del agua ya que para la aplicación de los entomopatógenos el agua tiene que reunir algunos parámetros que son las siguientes: aguas con pH entre 5.5 y 7.0, durezas inferiores a 150 ppm de carbonatos de calcio. En caso de aguas que no se ajusten a estos parámetros utilice coadyuvantes correctores de pH y/o dureza en el siguiente orden: Agua + corrector de pH y/o dureza + caldo de Producto biológico.

Por lo tanto, se tuvo que utilizar corrector de agua debido a que el pH fue 6.93 para neutralizar y la presencia de carbonatos era bajo, lo cual fue correctamente eficiente para la utilización de los productos biológicos.

## **b) Determinación del gasto de agua por planta**

Previamente se realizó una prueba en blanco para saber la cantidad de agua que se va utilizar por planta, posteriormente se recolectó el agua en cilindro de 200Lt que fue expuesto al sol por 48 horas para eliminación de cloruros y sedimentación de las partículas.

## **c) Preparación de entomopatógenos**

- Se calibró el agua a un pH neutro.
- Los entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria sp.* 40 g/20 L H<sub>2</sub>O fueron pesados en una balanza mientras *Bacillus thuringensis* Var. *kurstaki*, *Bacillus subtilis*. 40 ml/20 L H<sub>2</sub>O fueron medidos con una jeringa ya que estaba en forma líquida
- En un balde de 5 L de agua se añadió 5ml de corrector de pH, para estar en reposo por 30min (dosis de corrector de pH es de 20ml/20 L de agua).
- se añadió el entomopatógeno y se homogenizó hasta obtener una mezcla homogénea.
- se depositó aceite agrícola (Ec – oil) a una dosis de 20ml/20Lt de agua, dejó reposar el caldo de entomopatógenos por 6 horas.

## **d) Aplicación**

Se depositó el caldo biológico de entomopatógenos en la mochila pulverizadora manual de 20Lt cabe recalcar que cada tratamiento tuvo una mochila en especial.

La aplicación de los tratamientos se realizó en horas de la tarde a la puesta del sol (5 – 6pm) previa evaluación, debido a que en este estado de ambiente los entomopatógenos se desarrollan. La dosis de aplicación fue propuesta por SENASA de 200 gramos/ 100 litros de cada tratamiento.

**Cuadro 5.** Número y frecuencia de las aplicaciones, la cantidad de agua utilizada y la cantidad de entomopatógenos empleados por cada aplicación.

APLICACIÓN		CANTIDAD	CANTIDAD DE ENTOMOPATÓGENOS			
Número	Frecuencia (DDS)	Agua (Litros)	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Beauveria bassiana</i>
1	1	5 L	10 ml	10 ml	10 g	10 g
2	23	7 L	14 ml	14 ml	14 g	14 g
3	44	9 L	18 ml	18 ml	18 g	18 g
4	51	12 L	24 ml	24 ml	24 g	24 g
5	58	13 L	26 ml	26 ml	26 g	26 g
6	67	15 L	30 ml	30 ml	30 g	30 g

### 3.7.1.13. Cosecha

Se efectuó en forma manual, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica, se realizó el pesado de cada planta solo del área neta experimental de cada uno de los tratamientos, de los 4 bloques.

Se colocaron en sacos para su traslado y previa venta.

### 3.7.2. Metodología en laboratorio

**La cámara refrigerante** fue indispensable para determinar el mecanismo de acción de los entomopatógenos que forman parte de este estudio. Cada muestra será mantenida a una temperatura constante y evaluada todos los días.

**El uso del estereoscopio**, la misma que permitió observar e identificar la especie plaga a la vez facilitó el conteo de los micro insectos. Es la única herramienta que permitió observar el ciclo de la enfermedad causado por los entomopatógenos en los insectos y la evaluación morfológica de plagas (muestras) a nivel de laboratorio.

### 3.7.2.1. Aplicación de los tratamientos en laboratorio.

Se siguió el siguiente procedimiento tomado de González et al (1993) y Bustillo & Marín (2002), con algunas modificaciones:

1. Se colectaron hojas del cultivo de col del tratamiento testigo (T5) con la finalidad de alimentar a las larvas de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae*.
2. Un total de 750 larvas de diferentes estadios y 1500 pulgones adultos se recolectaron de la parcela no tratada, se contabilizaron 10 larvas por cada estadio (5 estadios larvales) y se aplicaron los entomopatógenos a razón de 5 tratamiento y 3 repeticiones, en caso de pulgones se utilizó 100 individuos por tratamiento, tuvimos 5 tratamientos y 3 repeticiones.
3. Las larvas colectadas se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 0.5% por 10 segundos y se enjuagaron 3 veces con agua destilada estéril, antes de secarlas en papel toalla estéril; se colocaron en grupos de 10 individuos de larvas de *Leptophobia aripa* y 100 individuos de pulgón en placas estériles de 50 ml.
4. De la presentación comercial de *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Metarhizium anisopliae*, *Bauveria bassiana* se preparó una solución de 60 ml de agua destilada en la cual se añadió 0.06ml de corrector de agua, se dejó reposar 30 minutos y luego se añadió 0.06ml de aceite agrícola y 0.12g de los entomopatógenos a las que se identificó como T1, T2, T3, T4, respectivamente esta solución ya lista se dejó reposar 6 horas para luego ser aplicadas.
5. Como alimento, se colocó en cada placa pedazos de hojas del cultivo de col, previamente lavadas y desinfectadas. El recambio se hizo en forma diaria o antes si eran totalmente consumidas.

6. Las larvas y pulgones desinfectados fueron colocados en las placas correspondientes, luego se realizó la aplicación de cada tratamiento, y se rotulo con los datos correspondientes.
7. Para el testigo no se realizó ninguna aplicación.
8. Las observaciones y la limpieza de cada placa fueron 1 vez al día y a la misma hora, evaluándose los síntomas como el color y alimentación de las larvas y pulgones.
9. La mortalidad se determinó por la ausencia de movimiento de la larva y del pulgón al ser tocada, con una pinza estéril.
10. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, empleándose 10 larvas y 100 pulgones por tratamiento, con 3 repeticiones. Los tratamientos fueron *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, *Metarhizium anisopliae*, *Bauveria bassiana* y un testigo sin aplicación. La mortalidad de las larvas de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae* se expresó como porcentaje de eficacia. Posteriormente estos datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Duncan al 0.05 y 0.01. Finalmente se realizó el cálculo de eficiencia en laboratorio con la fórmula de Abbott disponibles para calcular el % de eficacia corregida en ensayos de pesticidas.
11. La selección de la fórmula depende de factores y condición de prueba (infestación o estabilidad y homogeneidad de la población). La siguiente tabla le ayudará a usar la fórmula correcta.

### **Fórmula de Abbott**

Esta fórmula se utiliza cuando se tiene una infestación homogénea, para expresar el efecto de los tratamientos, con frecuencia se calculó la eficacia expresada en porcentaje.

$$\text{Porcentaje de efectividad} = \left[ 1 - \left( \frac{Td}{Cd} \right) * 100 \right]$$

Donde:

**Td:** Infestación en parcela tratada después de aplicar el tratamiento.

**Cd:** Infestación en parcela testigo después de aplicar tratamiento.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con la técnica de Análisis de Varianza (ANDEVA) a los niveles de significación del 5 y 1 %; a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos; los tratamientos que son iguales se denota con (ns), los que tienen significación (\*) y altamente significativos (\*\*).

Para la comparación de los promedios, se aplicó la Prueba de Significación de Duncan a los niveles de significación del 5 y 1 % donde los tratamientos representados con la misma letra indican que no existe diferencias estadísticas significativas, mientras los tratamientos representados con diferentes letras indican diferencia estadística significativa.

##### 4.1. Incidencia de larvas vivas de *Leptophobia aripa* en campo

Entre los resultados de la evaluación de la incidencia de larvas (*L. aripa*) a los 15 días después del tratamiento en campo, no se tuvo registro de individuos por lo que se califica como ausencia de la plaga.

**Cuadro 6:** Incidencia de larvas vivas de *L. aripa* en campo, evaluadas a los 30 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	274.15	91.38	8.21 **	3.49	5.95
Tratamientos	4	41.20	10.30	0.93 ns	3.26	5.41
Error	12	133.60	11.13			
Total	19	448.95				

CV = 41.97

SX= 1.67

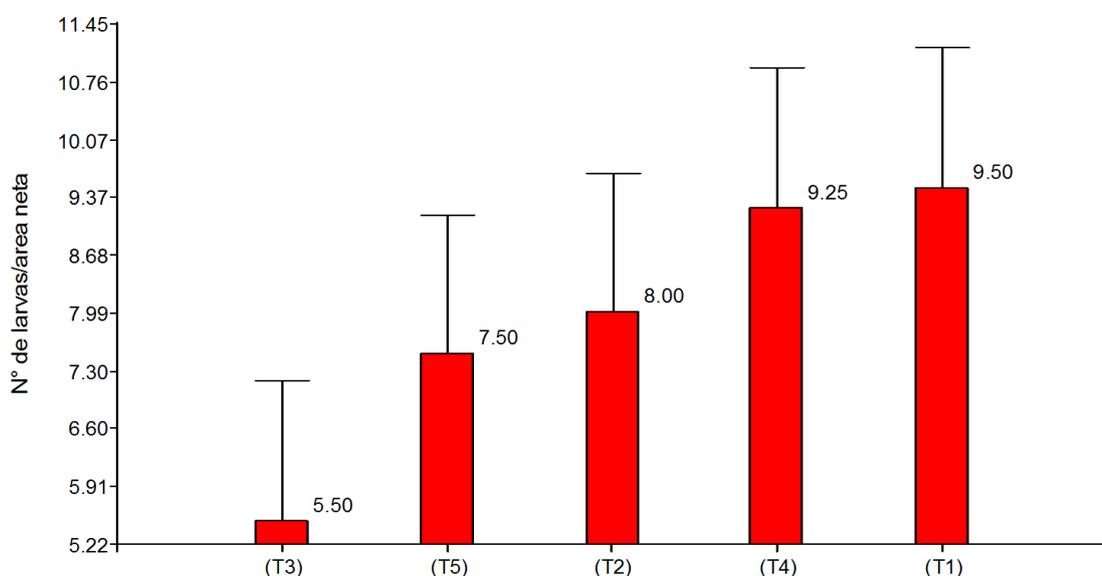
El análisis de varianza indica alta significancia estadística para bloques y no significativo para tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue 41.97 %

y la desviación estándar de  $\pm 1.67$  número de larvas vivas de *L. aripa* en campo que dan confiabilidad a los resultados

**Cuadro 7:** Promedio de larvas vivas de *L. aripa* en campo, evaluadas a los 30 días.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
	N° LARVAS VIVOS /AREA NETA	5%	1%
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	5.50	a	a
(T5) testigo	7.50	a	a
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	8.00	a	a
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	9.25	a	a
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	9.50	a	a

La prueba de Duncan indica que al nivel de 5 % y al 1% no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, el menor promedio de larvas vivas se registra en las parcelas del tratamiento (T3) *Metarhizium anisopliae* con 5.50. y el mayor promedio de larvas vivas con (T1) *Bacillus subtilis* con 9.50.



**Fig. 03** Incidencia de *L. aripa* a los 30 días.

**Cuadro 8:** Incidencia de larvas vivas de *L. aripa* en campo, evaluadas a los 45 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	1209.75	403.25	1.25 ns	3.49	5.95
Tratamientos	4	1202.80	300.70	0.93 ns	3.26	5.41
Error	12	3870.00	322.50			
Total	19	6282.55				

CV = 56.74

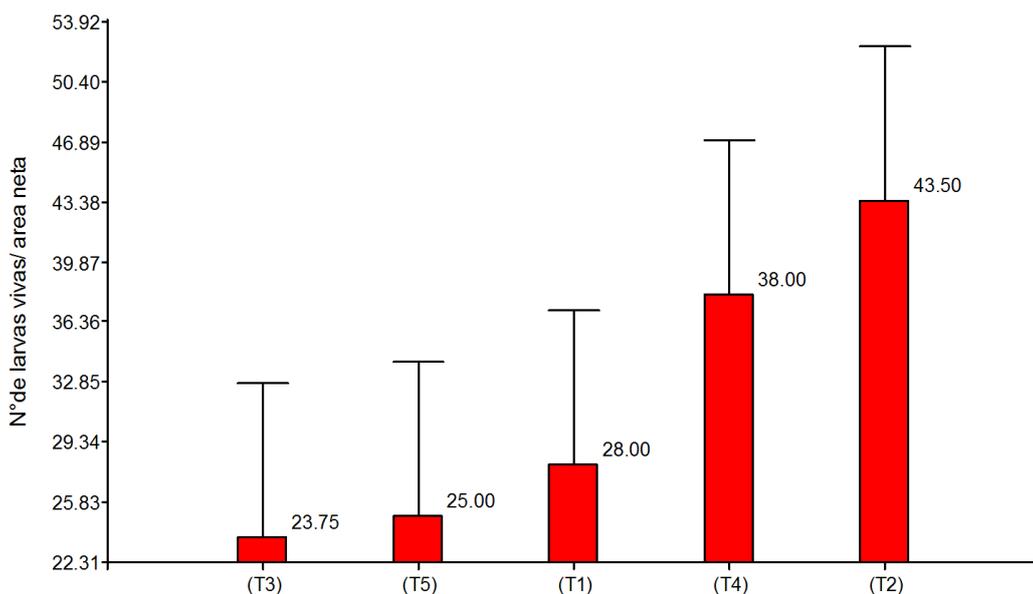
SX= 8.98

El análisis de varianza indica no significancia estadística para bloques y tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue 56.74 % y la desviación estándar de  $\pm 8.98$  número de larvas vivas de *L. aripa* en campo que dan confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 9:** Promedio de larvas vivas de *L. aripa* en campo, evaluadas a los 45 días.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
	N° LARVAS VIVOS /AREA NETA	5%	1%
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	23.75	a	a
(T5) testigo	25.00	a	a
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	28.00	a	a
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	38.00	a	a
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	43.50	a	a

La prueba de Duncan indica que al nivel de 5 % y al 1% los tratamientos son estadísticamente iguales. El menor promedio de larvas vivas lo obtuvo (T3) *Metarhizium anisopliae* con 23.75 y el mayor promedio de larvas vivas lo obtuvo (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* con 43.50.



**Fig. 04** Incidencia de *L. aripa* a los 45 días

**Cuadro 10:** Incidencia de larvas vivas de *L. aripa* en campo, evaluadas a los 60 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	12819.40	4273.13	3.58 *	3.49	5.95
Tratamientos	4	7276.30	1819.08	1.52 ns	3.26	5.41
Error	12	14326.10	1193.84			
Total	19	34421.80				

CV = 58.46

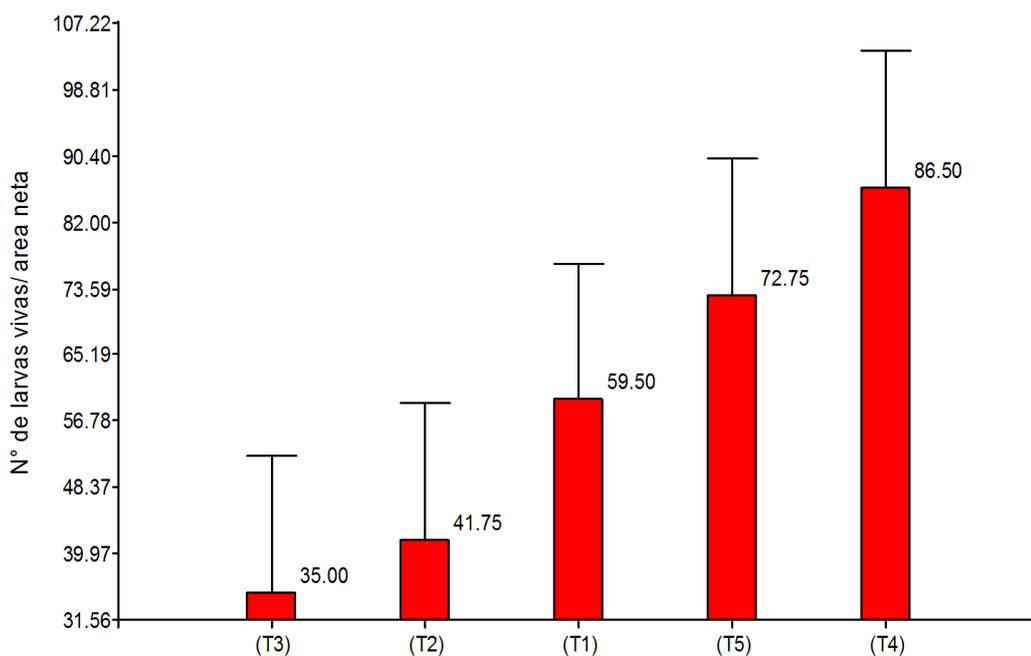
SX= 17.28

El análisis de varianza indica que hay significancia estadística para bloques y no significancia estadística para tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue 58.46 % y la desviación estándar de  $\pm 17.28$  número de larvas vivas de *L. aripa* en campo que dan confiabilidad a los resultados.

**Cuadro N°11:** Promedio de larvas vivas de *L. aripa* en campo, evaluadas a los 60 días

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
	N° LARVAS VIVOS /AREA NETA	5%	1%
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	35.00	a	a
(T2) <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	41.75	a	a
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	59.50	a	a
(T5) testigo	72.75	a	a
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	86.50	a	a

La prueba de Duncan indica que al nivel de 5 % y 1% los tratamientos son estadísticamente iguales. El menor promedio de larvas vivas lo obtuvo (T3) *Metarhizium anisopliae* con 35.00 y el mayor promedio de larvas vivas lo obtuvo (T4) *Beauveria bassiana* con 86.50



**Fig. 05** Incidencia de *L. aripa* a los 60 días.

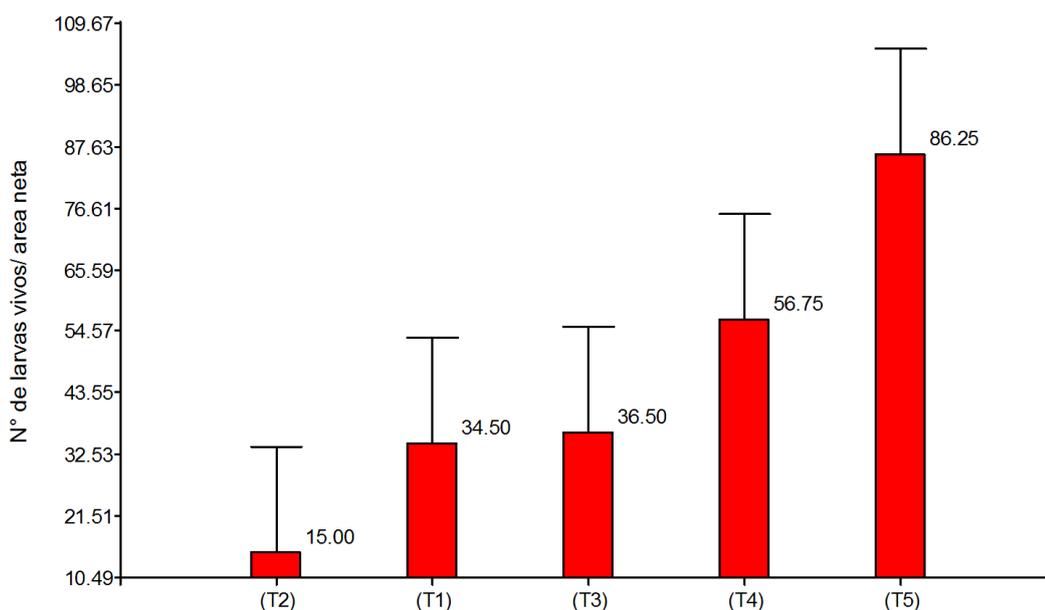
**Cuadro 12:** Incidencia de larvas vivas de *L. aripa* en campo, evaluadas a los 67 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	14723.20	4907.73	3.43 ns	3.49	5.95
Tratamientos	4	11675.70	2918.93	2.04 ns	3.26	5.41
Error	12	17166.30	1430.53			
Total	19	43565.20				

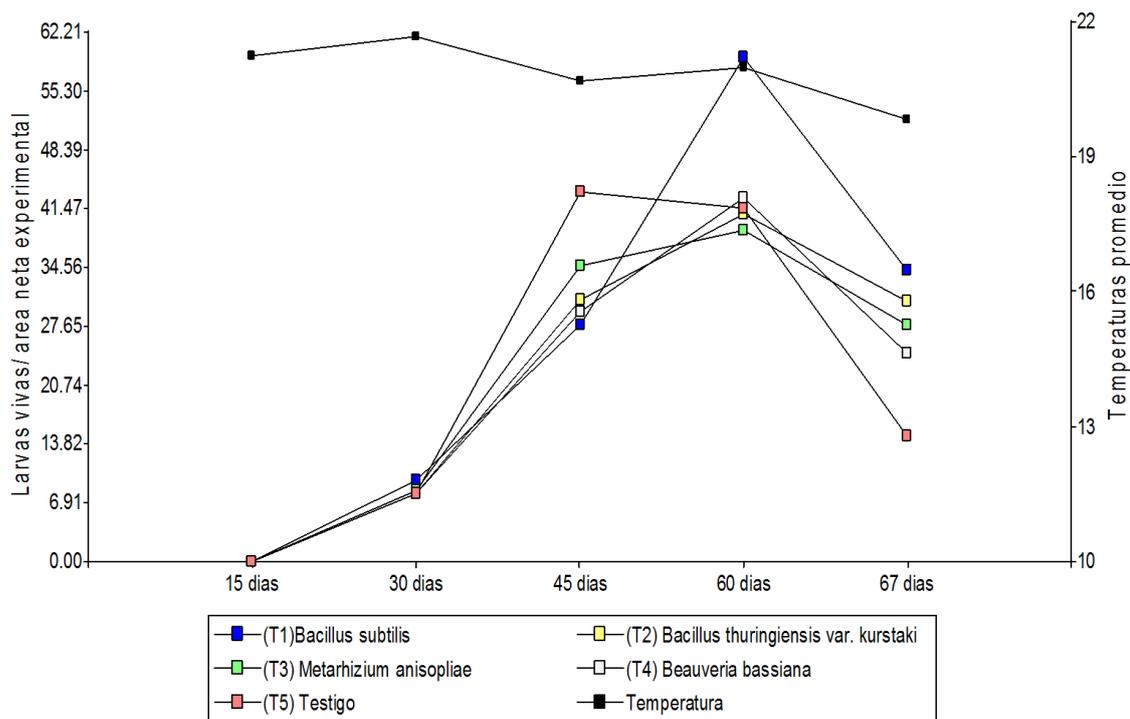
CV = 82.58

SX= 18.91

El análisis de varianza indica que no hay significancia estadística para bloques y tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue 82.58 % y la desviación estándar de  $\pm 18.91$  número de larvas vivas de *L. aripa* en campo que dan confiabilidad a los resultados, el mayor promedio de larvas vivas lo obtuvo testigo con 86.25 y el menor promedio de larvas vivas lo obtuvo (T2) *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* con 15.00.



**Fig. 06** Incidencia de *L. aripa* a los 67 días.



**Fig. 07** Incidencia de *L. aripa* en campo.

**A los 15 días:** Se registra nulo grado de infestación en todos los tratamientos.

**30 días:** Se registra un incremento leve del grado de infestación con todos los tratamientos.

**45 días:** el tratamiento (T5) testigo registra alta población de plagas (43.44) mientras el tratamiento (T1) *Bacillus subtilis* muestra mayor efecto en la reducción de población con 27.81 promedio de larvas vivas.

**60 días:** se observó un drástico incremento poblacional de plagas con el tratamiento (T1) *Bacillus subtilis* (59.25) similar incremento leve ocurre con otros tratamientos.

**67 días:** Se muestra una disminución con todos los tratamientos este comportamiento comprende al ciclo biológico de la plaga. Cuando en estas semanas se observa mayor número de vuelo de los adultos en campo, posiblemente es afectado por la disminución de temperatura a (19°C).

#### 4.2. Incidencia de pulgones (*Brevicoryne brassicae*) vivos en campo

Entre los resultados de la evaluación de la incidencia de pulgones (*Brevicoryne brassicae*) a los 15 días después del tratamiento en campo, no se tuvo registro de individuos por lo que se califica como ausencia de la plaga.

**Cuadro 13:** Incidencia de pulgones vivos en campo, evaluados los 30 días

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	3091.75	1030.58	8.28 **	3.49	5.95
Tratamientos	4	451.80	112.95	0.91 ns	3.26	5.41
Error	12	1493.00	124.42			
Total	19	5036.55				

CV = 52.74

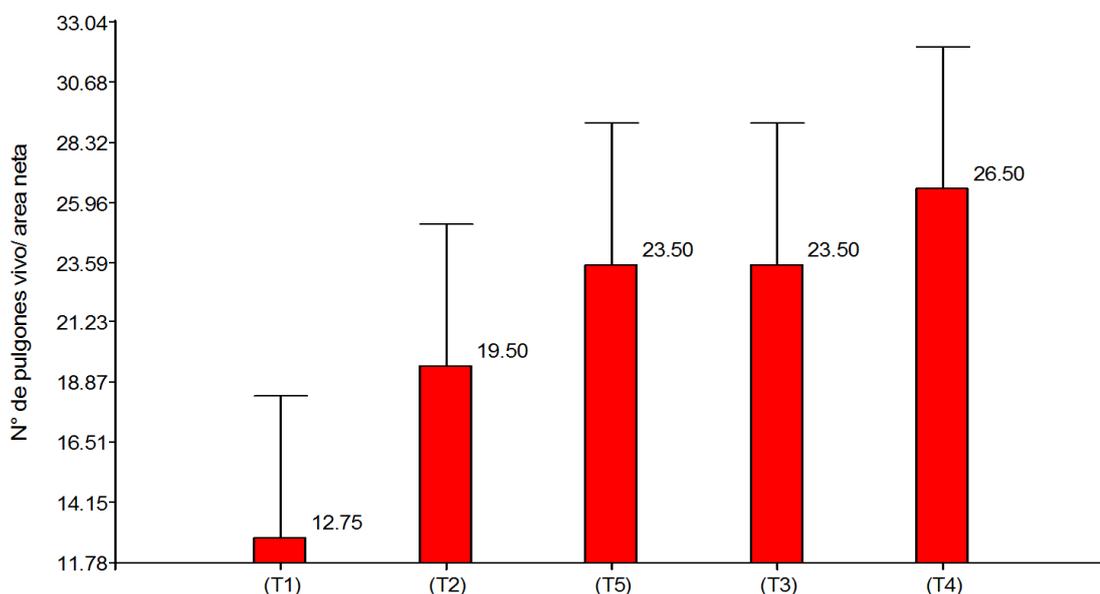
SX= 5.58

El análisis de varianza indica alta significancia estadística para bloques y no significativo para tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue 52.74 % y la desviación estándar de  $\pm 5.58$  número de pulgones vivos en campo que dan confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 14:** Promedio de pulgones vivos en campo, evaluados los 30 días

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
	N° PULGONES VIVOS /AREA NETA	5%	1%
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	12.75	a	a
(T2) <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	19.50	a	a
(T5) Testigo	23.50	a	a
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	23.50	a	a
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	26.50	a	a

La prueba de Duncan indica que al nivel de 5 % y al 1% los tratamientos son estadísticamente iguales. El menor promedio de pulgones vivos lo obtuvo (T1) *Bacillus subtilis* con 12.75 y el mayor promedio de pulgones vivos lo obtuvo (T4) *Beauveria bassiana* con 26.50



**Fig. 08** Incidencia de *B brassicae* a los 30 días

**Cuadro 15:** Incidencia de pulgones vivos en campo, evaluados a los 45 días

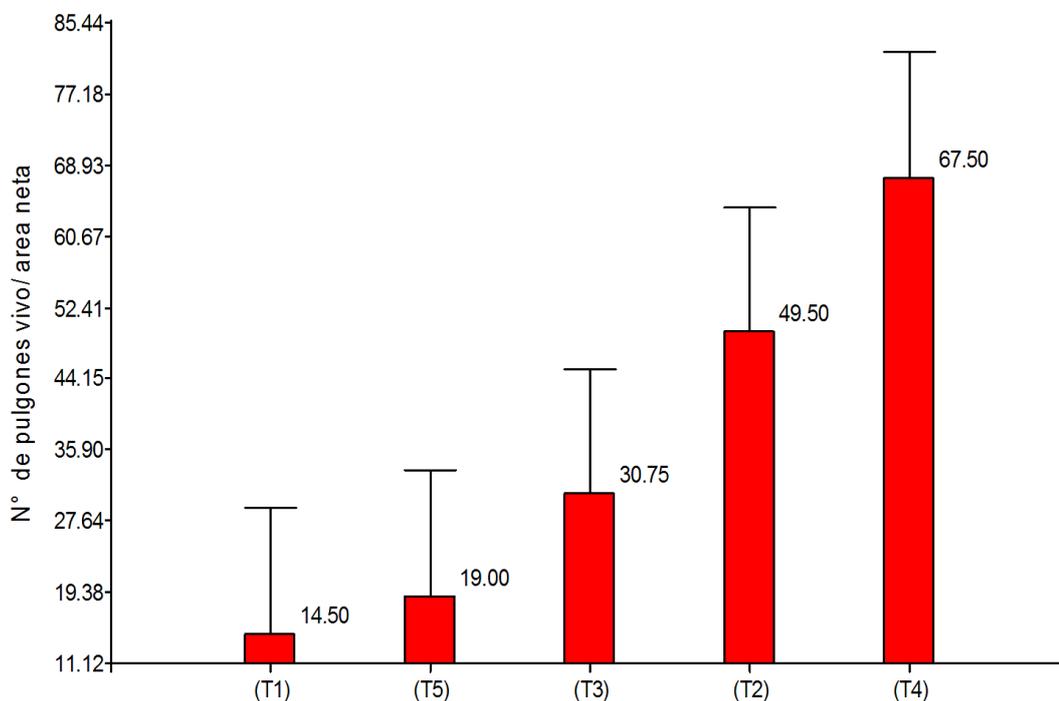
FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	10894.15	3631.38	4.28 *	3.49	5.95
Tratamientos	4	7812.00	1953.00	2.30 ns	3.26	5.41
Error	12	10179.60	848.30			
Total	19	28885.75				

CV = 80.35

SX= 14.56

El análisis de varianza indica significancia estadística para bloques y no significativo para tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue 80.35 % y la desviación estándar de  $\pm 14.56$  número de pulgones vivo en campo que dan confiabilidad a los resultados, el menor promedio de pulgones vivos lo

obtuvo (T1) *Bacillus subtilis* con 14.50 y el mayor promedio de pulgones vivos lo obtuvo (T4) *Beauveria bassiana* con 67.50



**Fig. 09** Incidencia de *B brassicae* a los 45 días.

**Cuadro 16:** Incidencia de pulgones vivos en campo, evaluadas a los 60 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	5264.55	1754.85	0.88 ns	3.49	5.95
Tratamientos	4	7093.70	1773.43	0.89 ns	3.26	5.41
Error	12	23860.70	1988.39			
Total	19	36218.95				

CV =162.45

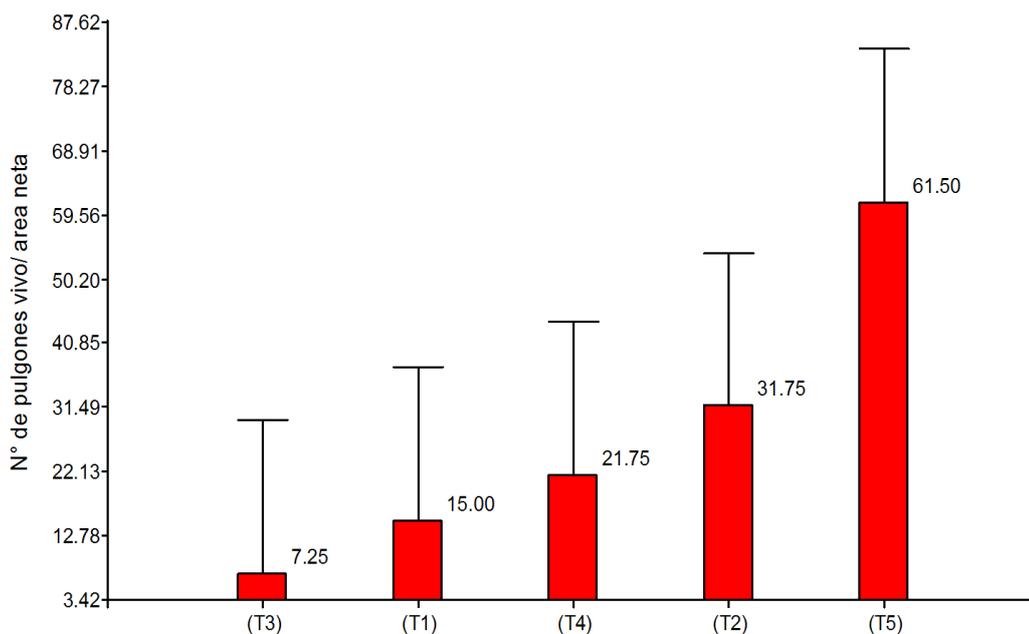
SX= 22.30

El análisis de varianza indica no significativo para bloques y tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue 162.45 % y la desviación estándar de  $\pm 22.30$  número de pulgones vivos en campo que dan confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 17:** Promedio de pulgones vivos en campo, evaluadas a los 60 días.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
	Nº PULGONES VIVOS /AREA NETA	5%	1%
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	7.25	a	a
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	15.00	a	a
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	21.75	a	a
(T2) <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	31.75	a	a
(T5) Testigo	61.50	a	a

La prueba de Duncan indica que al nivel de 5 % y al 1% los tratamientos son estadísticamente iguales. El menor promedio de pulgones vivos lo obtuvo (T3) *Metarhizium anisopliae* con 7.25 y el mayor promedio de pulgones vivos lo obtuvo (T5) Testigo con 61.50

**Fig. 10** Incidencia de *B brassicae* a los 60 días.

**Cuadro 18:** Incidencia de pulgones vivos en campo, evaluadas a los 67 días.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	403.60	134.53	0.84 ns	3.49	5.95
Tratamientos	4	1274.50	318.63	1.99 ns	3.26	5.41
Error	12	1919.90	159.99			
Total	19	3598.00				

CV = 140.54

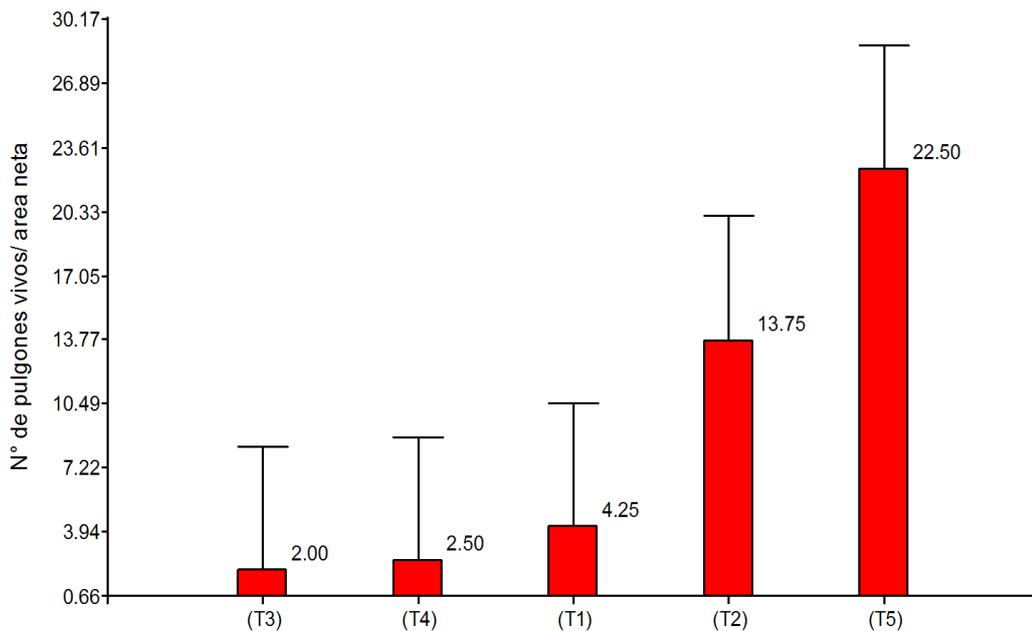
SX= 6.32

El análisis de varianza indica que no hay significancia estadística para bloques y tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue 140.54 % y la desviación estándar de  $\pm 6.32$  número de pulgones vivos en campo que dan confiabilidad a los resultados.

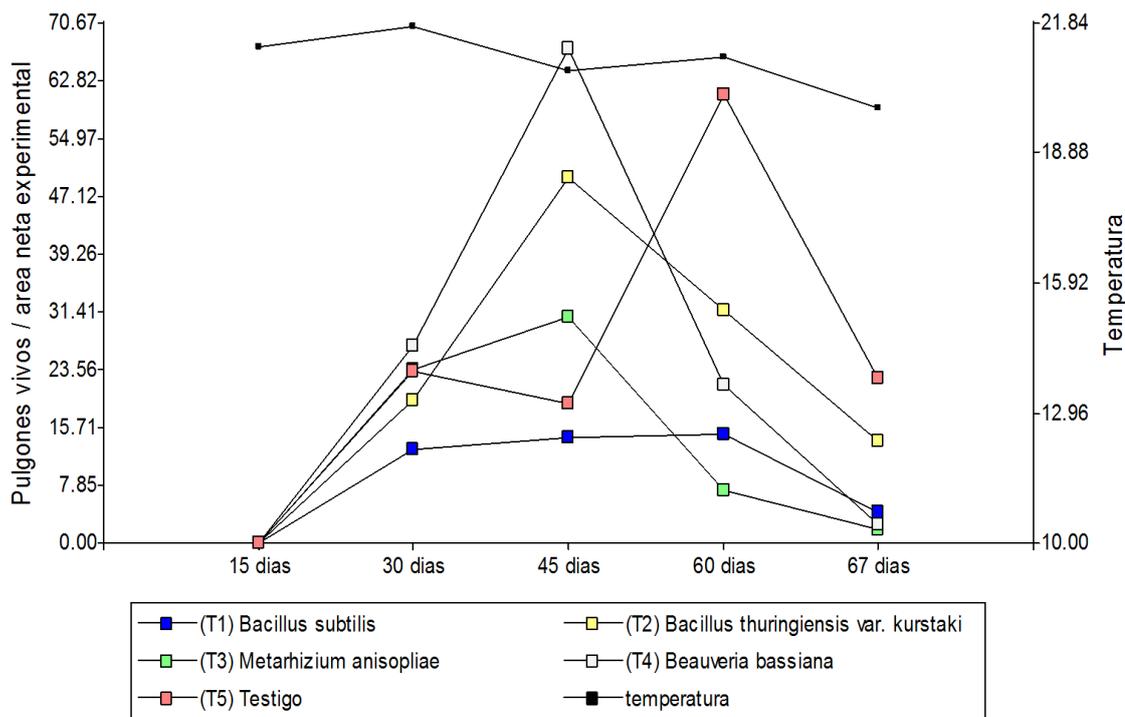
**Cuadro 19:** Promedio de pulgones vivos en campo, evaluadas a los 67 días.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
	N° PULGONES VIVOS /AREA NETA	5%	1%
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	2.00	a	a
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	2.50	a	a
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	4.25	a	a
(T2) <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	13.75	a	a
(T5) Testigo	22.50	a	a

La prueba de Duncan indica que al nivel de 5 % y al 1% los tratamientos son estadísticamente iguales. El mayor promedio de pulgones vivos lo obtuvo (T5) Testigo con 22.50 y el menor promedio de pulgones vivos lo obtuvo (T3) *Metarhizium anisopliae* con 2.00.



**Fig. 11** Incidencia de *B brassicae* a los 67 días.



**Fig. 12** Incidencia de *Brevicoryne brassicae* en campo.

**A los 15 días:** Se registra nulo grado de infestación en todos los tratamientos.

**30 días:** Se registra un incremento leve del grado de infestación con todos los tratamientos.

**45 días:** El tratamiento (T4) *Beauveria bassiana* registra alta población de pulgon (67.31) mientras el tratamiento (T1) *Bacillus subtilis* muestra mayor efecto en la reducción de población con 14.38 promedio de pulgones vivos.

**60 días:** Se observó un drástico incremento poblacional de plagas con el tratamiento (T5) Testigo (61.06), otros tratamientos se observa una disminución leve en el promedio de pulgones vivos no así con el tratamiento (T3) *Metharizium anisopliae* tiene efecto en la reducción de pulgones con un promedio de 7.19.

**67 días:** Se muestra una disminución con todos los tratamientos posiblemente es afectado por la disminución de temperatura a (19°C).

#### 4.3. Rendimiento del cultivo de col por planta / por área neta

**Cuadro 20:** Análisis de varianza para rendimiento por área neta.

FV	GL	SC	CM	F	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	487945.81	162648.6	19.89 **	3.49	5.95
Tratamientos	4	125076.96	31269.24	3.82 *	3.26	5.41
Error	12	98130.33	8177.53			
Total	19	711153.1				

CV = 14.49

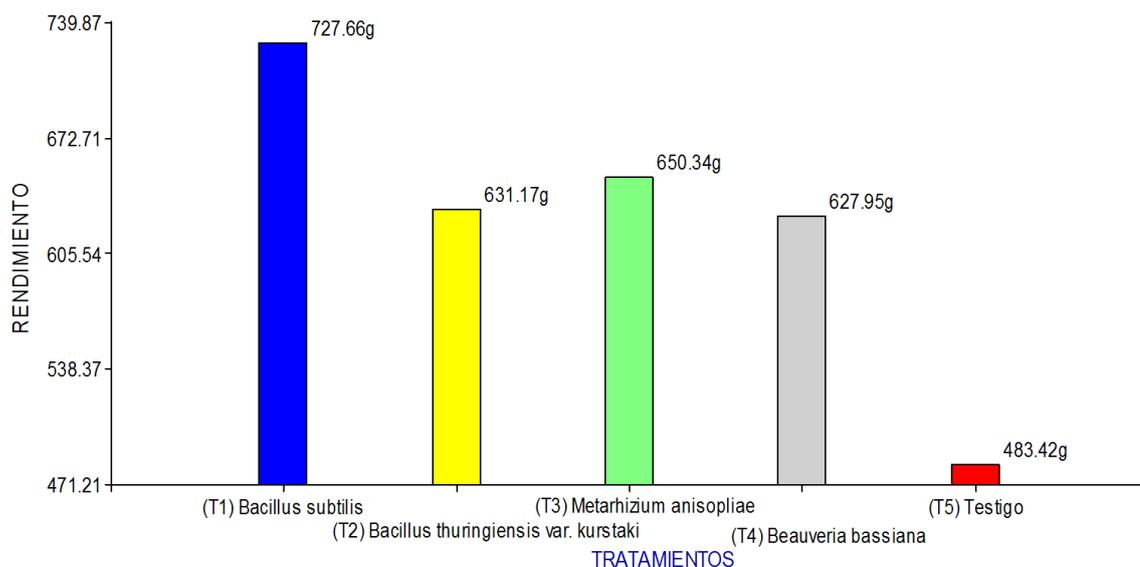
SX= 45.21

El análisis de varianza indica alta significancia estadística para bloques y significancia estadística para tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue 14.49 % y la desviación estándar de  $\pm 45.21$  gramos, dando confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 21:** Prueba de significación de Duncan para rendimiento por planta / área neta

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
	RENDIMIENTOS	5%	1%
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	727.66	a	a
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	650.34	a	ab
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	631.17	a	ab
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	627.95	a	ab
(T5) Testigo	483.42	b	b

La prueba de Duncan indica que al nivel de 5 % los tratamientos (T1) *Bacillus subtilis*, (T3) *Metarhizium anisopliae*, (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, (T4) *Beauveria bassiana* son estadísticamente diferente al (T5) Testigo y al 1% el tratamiento (T1) *Bacillus subtilis* es estadísticamente diferente a (T5) Testigo. El mayor promedio lo obtuvo (T1) *Bacillus subtilis* con 727.66 gramos superando a (T5) Testigo con 483.42 gramos, existiendo una diferencia entre ellos de 224.24 gramos.



**Fig. 13** Promedio de rendimientos del cultivo de col por planta / área neta experimental.

#### 4.4. Eficacia de los entomopatógenos para el control de *L. aripa* en laboratorio

En laboratorio, las larvas fueron seleccionadas por estadios, por cada tratamiento se consideró 10 larvas, las larvas se examinaron al microscopio estereoscópico para el conteo de vivos y muertos por 7 días, se utilizó la cámara climática para la conservación de la plaga a una temperatura constante de 25°C y para la determinación del porcentaje de mortalidad en cada concentración se utilizó la fórmula de Abbott, W.S. (1925), los cálculos de eficacia se basaron en la población de larvas presentes en la fecha de muestreo, en relación al testigo sin pulverizar y a los datos del recuento de larvas previo a cada pulverización, la eficacia se expresa en porcentaje.

**Cuadro 22:** Eficacia de los tratamientos en el primer estadio larval de *L. aripa*.

TRATAMIENTOS	PREVIO	LARVAS VIVOS/DIA					
	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	10.00	10.00 b	10.00 b	10.00 b	7.67 a	6.33 a	4.33 a
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	10.00	9.00 a	9.00 a	9.00 a	8.00 ab	7.00 ab	5.67 ab
(T3) <i>Metarrizum anisopliae</i>	10.00	9.67 ab	9.67 ab	9.33 ab	8.00 ab	7.00 ab	6.00 ab
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	10.00	10.00 b	10.00 b	10.00 b	9.00 ab	8.67 ab	6.67 ab
(T5) Testigo	10.00	10.00 b	10.00 b	10.00 b	10.00 b	10.00 b	10.00 b
CV	0.00	4.78	4.78	4.82	13.45	20.14	41.73

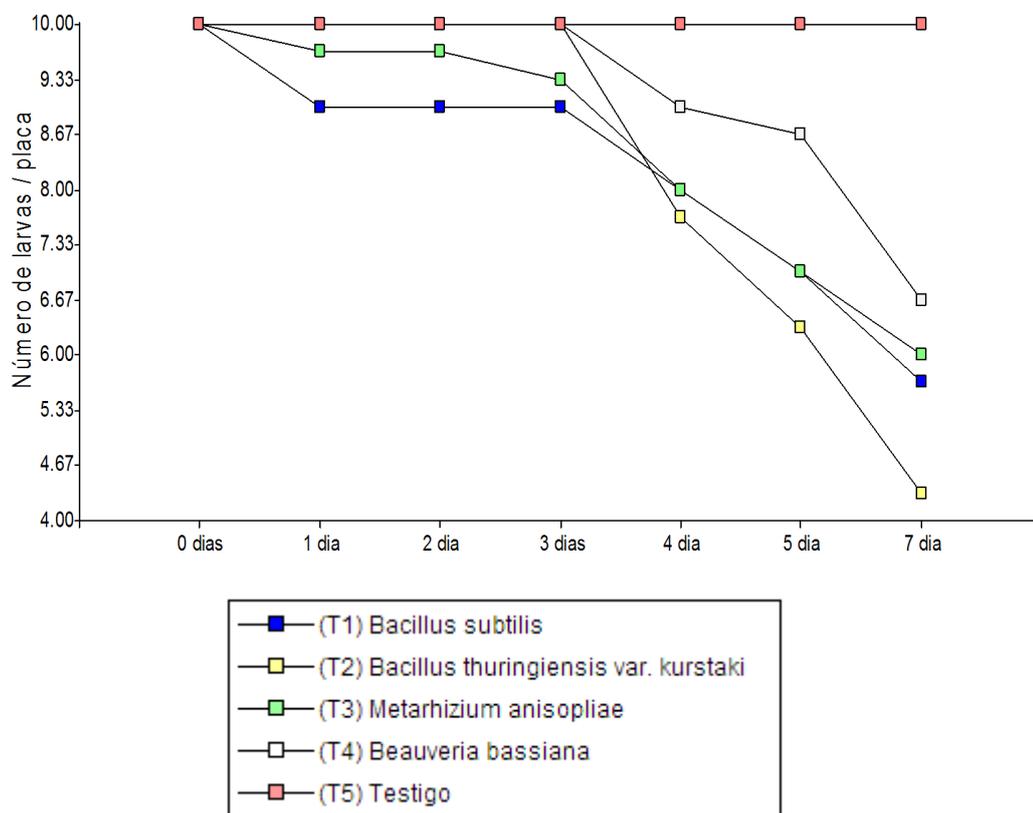
Al analizar la población de *Leptophobia aripa* en los diferentes tratamientos se observó que para el caso del (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* la población de larvas se mantiene constante con el promedio inicial 10.00 el primer, segundo y tercer día, el cuarto día aumenta su eficiencia con 7.67 promedio de larvas vivas, en el quinto día se observa una eficiencia de 6.33, el séptimo día con 4.33 de eficiencia siendo el tratamiento que tuvo

mayor efectividad en el control del primer estadio larval, seguida por (T1) *Bacillus subtilis* con una eficiencia de 5.67.

(T3) *Metarrizum anisopliae* el primer y segundo día tiene una eficiencia de 9.67 de larvas vivas, tercer día 9.33, cuarto día 8.00, quinto día 7.00 finalmente el séptimo día llega a una eficiencia de 6.00 larvas vivas.

(T4) *Beauveria bassiana* el primer, segundo y tercer día la población de larvas se mantiene constante con el promedio inicial 10.00, el cuarto día y quinto día alcanzó una eficiencia de 8.67 y el último día de evaluación alcanzó una eficiencia de 6.67 larvas vivas.

Por lo tanto, podemos decir que el tratamiento (T2) *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* es estadísticamente diferente al (T5) Testigo.



**Fig. 14** Eficacia de los tratamientos en el primer estadio larval.

**Cuadro 23:** Porcentaje de eficacia (%) de los tratamientos para el primer estadio larval.

TRATAMIENTOS	0 días	1 día	2 días	3 días	4 día	5 día	7 día
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	23.30 %	36.70 %	56.70 %
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	0.00 %	10.00 %	10.00 %	10.00 %	20.00 %	30.00 %	43.30 %
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	0.00 %	3.30%	3.30%	6.70 %	20.00 %	30.00 %	40.00 %
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	10.00 %	13.30 %	33.30 %
(T5) Testigo	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %

$$\% \text{ de eficacia} = [1 - (T_d / C_d)] \times 100$$

Al analizar la población de *L. aripa* en los diferentes tratamientos se observó mayor eficacia con (T2) *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* con 56.70%, seguida del (T1) *Bacillus subtilis* con 43.30% superando a los tratamientos restantes.

**Cuadro 24:** Eficacia de los tratamientos para el segundo estadio larval de *L. aripa*.

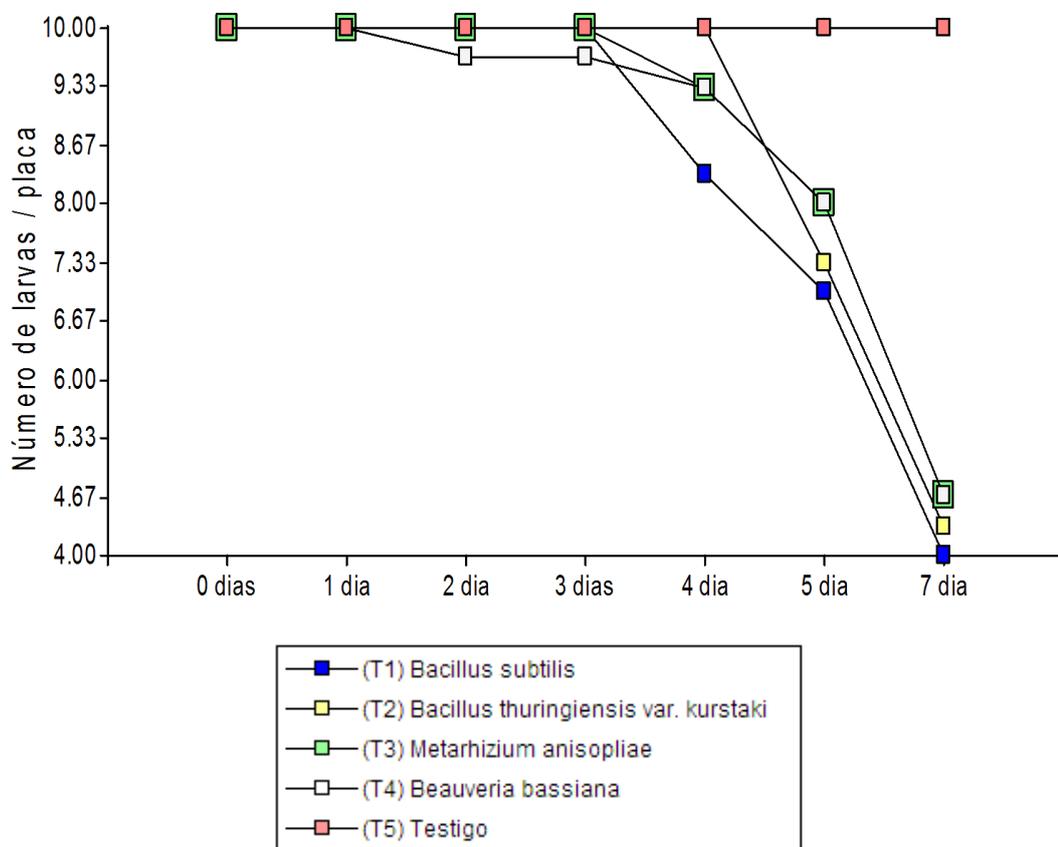
TRATAMIENTOS	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	10.00	10.00	10.00 a	10.00 a	8.67 ab	7.00 a	4.00 a
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	10.00	10.00	10.00 a	10.00 a	9.33 ab	7.33 a	4.33 a
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	10.00	10.00	10.00 a	10.00 a	8.33 a	8.00 a	4.67 a
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	10.00	10.00	9.67 a	9.67 a	9.33 ab	8.00 a	4.67 a
(T5) Testigo	10.00	10.00	10.00 a	10.00 a	10.00 b	10.00 a	10.00 a
CV	0.00	0.00	2.60	2.60	7.48	26.35	67.58

Al analizar la población de *L. aripa* en los diferentes tratamientos se observó que para el caso del (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* la población de larvas se mantiene constante con el promedio inicial 10.00 el primer, segundo y tercer día, el cuarto día aumenta su eficiencia con 8.67

promedio de larvas vivas, en el quinto día se observa una eficiencia de 7.00, el séptimo día con 4.00 de eficiencia siendo el tratamiento que tuvo mayor efectividad en el control del segundo estadio larval, seguido por (T3) *Metarrizium anisopliae* con una eficiencia de 4.33.

(T1) *Bacillus subtilis* el primer, segundo y tercer día la población de larvas se mantiene constante con un promedio inicial de 10.00, el cuarto y quinto día alcanzó una eficiencia de 8.33 y 8.00, el último día de evaluación alcanzó una eficiencia de 4.67 larvas vivas similar al (T4) *Beauveria bassiana*.

Por lo tanto, podemos decir que el tratamiento (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* es estadísticamente diferente al (T5) Testigo.



**Fig. 15** Eficacia de los tratamientos en el segundo estadio larval.

**Cuadro 25:** porcentaje de eficacia de los tratamientos para el segundo estadio larval

TRATAMIENTOS	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	13.30 %	30.00 %	60.00 %
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	6.70 %	26.70 %	56.70 %
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	16.70%	20.00 %	53.30 %
(T1) <i>Beauveria bassiana</i>	0.00 %	0.00 %	3.30 %	3.30 %	6.70%	20.00 %	53.30 %
(T5) Testigo	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %

$$\% \text{ de eficacia} = [1 - (T_d / C_d)] \times 100$$

Al analizar la población de *L. aripa* en los diferentes tratamientos se observó mayor eficacia con (T2) *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* con 60.00%, seguida del (T3) *Metarhizium anisopliae* con 56.70% superando a los tratamientos restantes.

**Cuadro 26:** Eficacia de los tratamientos para el tercer estadio larval de *L. aripa*.

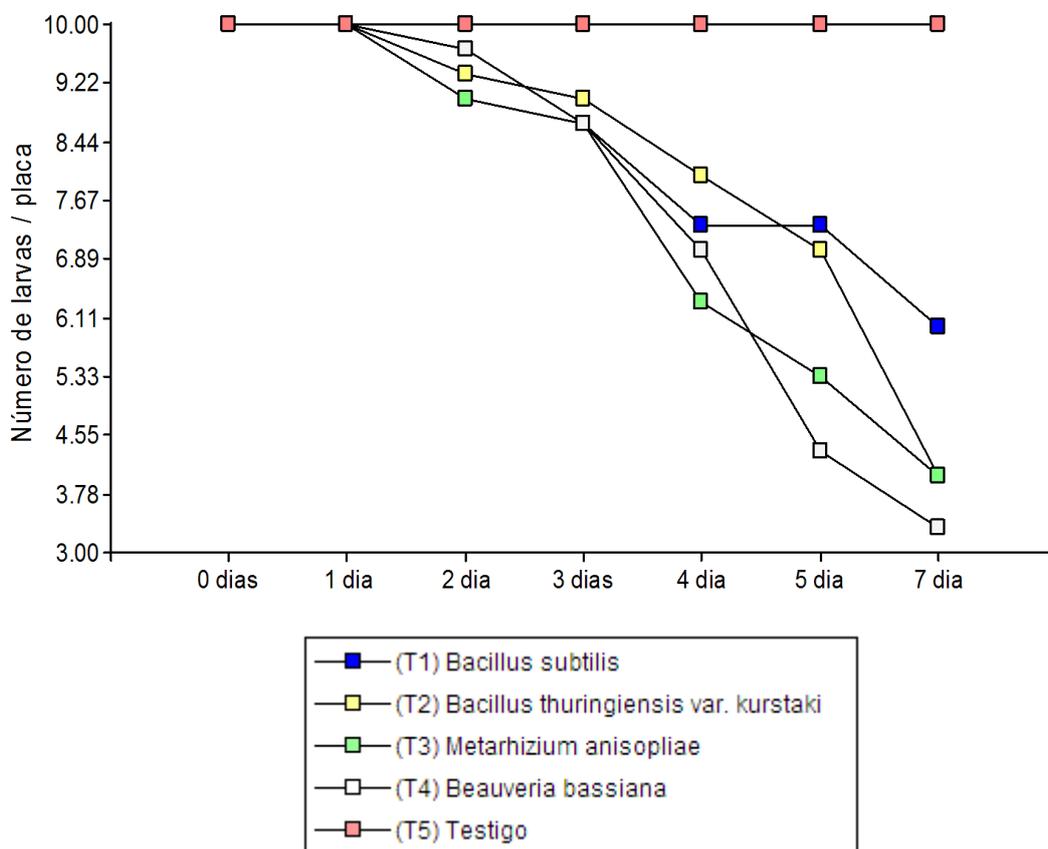
Tratamientos	Previo	larvas vivos					
	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	10.00	10.00	9.67 a	8.67 a	7.00 ab	4.33 a	3.33 a
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	10.00	10.00	9.00 a	8.67 a	6.33 a	5.33 a	4.00 a
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	10.00	10.00	9.33 a	9.00 a	8.00 ab	7.00 ab	4.00 a
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	10.00	10.00	9.00 a	8.67 a	7.33 ab	7.33 ab	6.00 a
(T5) Testigo	10.00	10.00	10.00 a	10.00 a	10.00 b	10.00 b	10.00 b
CV	0.00	0.00	6.44	11.39	20.85	28.10	38.23

Al analizar la población de *L. aripa* se observó que para el (T4) *Beauveria bassiana* la población inicial de larvas se mantiene constante el primer día con 10.00, los días siguiente de evaluación se observó un

crecimiento ascendente de eficacia llegando a 3.33 promedio de larvas vivas el séptimo día, seguido por (T3) *Metarhizium anisopliae* con una eficiencia de 4.00 muy similar al (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* con una eficiencia de 4.00.

(T1) *Bacillus subtilis* el primer día la población de larvas se mantiene constante con un promedio inicial de 10.00, el séptimo día de evaluación alcanzó una eficiencia de 6.00 larvas vivas.

Por lo tanto, podemos decir que el (T4) *Beauveria bassiana* es estadísticamente diferente al (T5) Testigo.



**Fig. 16** Eficacia de los tratamientos en el tercer estadio larval.

**Cuadro 27:** Porcentaje de eficacia de los tratamientos para el tercer estadio larval.

TRATAMIENTOS	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	0.00 %	0.00 %	3.30 %	13.30 %	30.00 %	56.70 %	66.70 %
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	0.00 %	0.00 %	6.70 %	10.00 %	20.00 %	30.00 %	60.00 %
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	0.00 %	3.30 %	10.00 %	13.30 %	36.70 %	46.70 %	60.00 %
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	0.00 %	0.00 %	10.00 %	13.30 %	26.70 %	26.70 %	40.00 %
(T5) Testigo	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %

$$\% \text{ de eficacia} = [1 - (T_d / C_d)] \times 100$$

Al analizar la población de *Leptophobia aripa* en los diferentes tratamientos se observó mayor eficacia con (T4) *Beauveria bassiana* con 66.70%, seguida del (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* con 60.00% superando a los tratamientos restantes.

**Cuadro 28:** Eficacia de los tratamientos para el cuarto estadio larval de *L. aripa*.

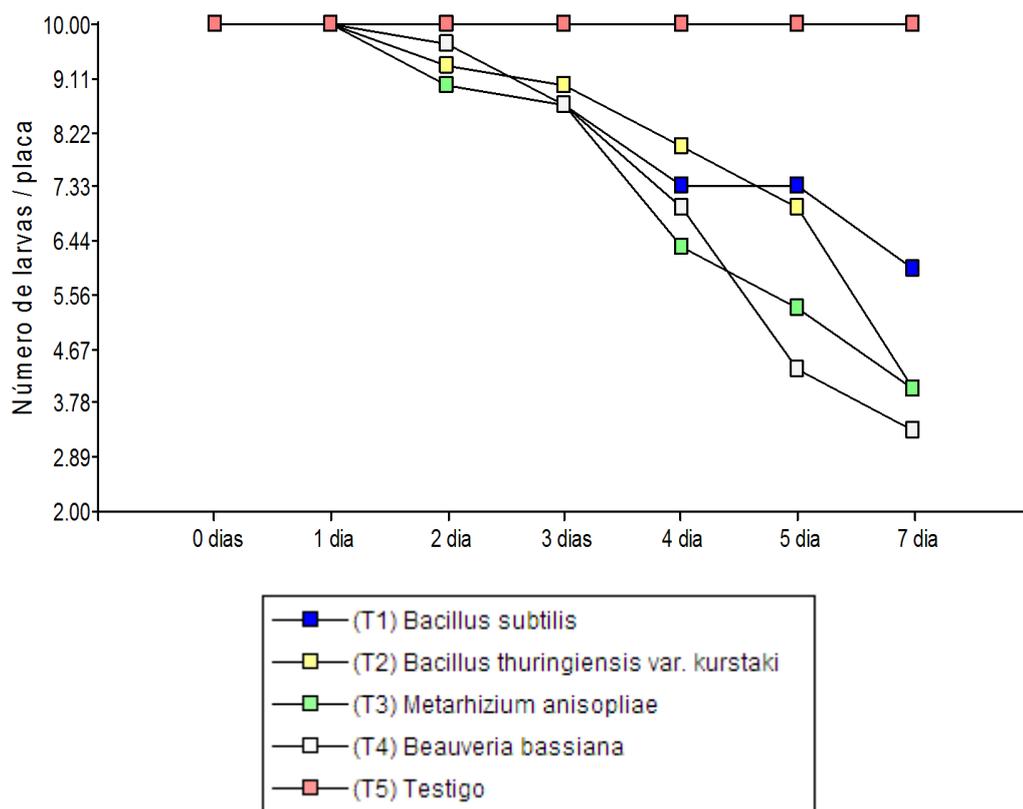
Tratamientos	Previo	larvas vivos					
	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	10.00	9.00 a	8.67 a	8.67 a	6.33 a	5.67 a	5.00 a
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	10.00	10.00 a	10.00 a	9.67 a	8.00 ab	7.33 ab	6.67 ab
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	10.00	10.00 a	10.00 a	9.33 a	8.33 ab	7.33 ab	7.00 ab
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	10.00	9.67 a	9.67 a	9.33 a	9.00 ab	8.00 ab	7.67 ab
(T5) Testigo	10.00	10.00 a	10.00 a	10.00 a	10.00 b	10.00 b	10.00 b
CV	0.00	7.73	6.94	9.11	17.39	24.86	29.03

Al analizar la población de *Leptophobia aripa* se observó que para el (T4) *Beauveria bassiana* la población inicial de larvas se mantiene constante el primer día con 10.00, los días siguiente de evaluación se observó un crecimiento ascendente de eficacia llegando a 5.00 promedio de larvas vivas

el séptimo día, seguido por (T1) *Bacillus subtilis* con una eficiencia de 6.67 mientras que el (T2) *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki* tiene una eficiencia de 7.00.

(T3) *Metarrizium anisopliae* el séptimo día de evaluación alcanzó una eficiencia de 7.67 larvas vivas.

Por lo tanto, podemos decir que el tratamiento (T4) *Beauveria bassiana* es estadísticamente diferente al (T5) Testigo.



**Fig. 17** Eficacia de los tratamientos en el cuarto estadio larval.

**Cuadro 29:** Porcentaje de eficacia de los tratamientos para el cuarto estadio larval.

TRATAMIENTOS	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	0.00 %	10.00 %	13.30 %	13.30 %	36.70 %	43.30 %	50.00 %
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	0.00 %	0.00 %	0.00 %	3.30 %	20.00 %	26.70 %	43.30 %
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	0.00 %	0.00 %	0.00 %	6.70 %	16.70%	26.70 %	30.00 %
(T3) <i>Metarrizum anisopliae</i>	0.00 %	3.30 %	3.30 %	6.70 %	10.00 %	20.00 %	23.30 %
(T5) Testigo	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %

$$\% \text{ de eficacia} = [1 - (T_d / C_d)] \times 100$$

Al analizar la población de *Leptophobia aripa* en los diferentes tratamientos se observó mayor eficacia con (T4) *Beauveria bassiana* con 50.00%, seguida del (T1) *Bacillus subtilis* con 43.30% superando a los tratamientos restantes.

**Cuadro 30:** Eficacia de los tratamientos para el quinto estadio larval de *L. aripa*.

Tratamientos	Previo	larvas vivos					
	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T3) <i>Metarrizum anisopliae</i>	10.00	9.67 a	9.33 ab	8.00 a	7.33 a	6.67 a	6.33 a
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	10.00	10.00 a	8.67 a	8.33 ab	7.67 a	7.67 a	7.67 ab
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	10.00	10.00 a	10.00 b	9.00 bc	8.67 ab	7.67 a	7.67 ab
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	10.00	9.67 a	9.33 ab	9.33 cd	8.67 ab	8.33 ab	8.00 ab
(T5) Testigo	10.00	10.00 a	10.00 b	10.00 d	10.00 b	10.00 b	10.00 b
CV	0.00	3.93	5.10	5.01	9.27	13.95	15.09

Al analizar la población de *Leptophobia aripa* se observó que el (T3) *Metarrizum anisopliae* tuvo una eficiencia gradual desde el primer día hasta el séptimo día con 6.33, seguido por (T4) *Beauveria bassiana* con una eficiencia de 7.67 similar efectividad tuvo (T1) *Bacillus subtilis* con 7.67.

El tratamiento (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (8.00) fue el tratamiento con menor efectividad con respecto al T1, T3, T4.

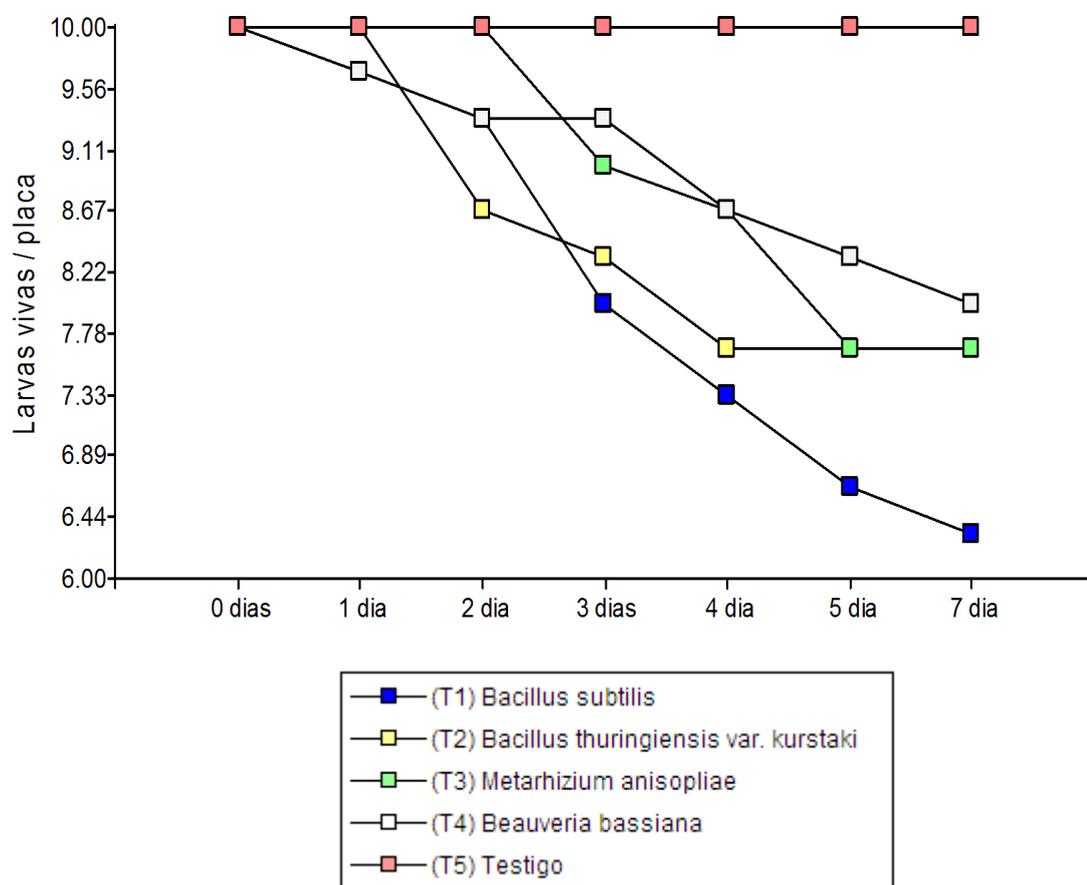


Fig. 18 Eficacia de los tratamientos en el quinto estadio larval.

**Cuadro 31:** Porcentaje de eficacia de los tratamientos para el quinto estadio larval.

TRATAMIENTOS	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	0.00 %	3.30 %	6.70%	20.00 %	26.70 %	43.30 %	36.70 %
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	0.00 %	0.00 %	13.30 %	16.70%	23.30 %	23.30 %	23.30 %
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	0.00 %	0.00 %	0.00 %	10.00 %	13.30 %	23.30 %	23.30 %
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	0.00 %	3.30 %	6.70 %	6.70 %	13.30 %	16.70%	20.00 %
(T5) Testigo	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %

$$\% \text{ de eficacia} = [1 - (T_d / C_d)] \times 100$$

Al analizar la población de *Leptophobia aripa* en los diferentes tratamientos se observó mayor eficacia con (T3) *Metarrizum anisopliae* con 37.70% de efectividad, seguida del (T1) *Beauveria bassiana* con 23.30% superando a los tratamientos restantes.

#### 4.5. Eficacia de los entomopatógeno para el control de *Brevicoryne brassicae* en laboratorio

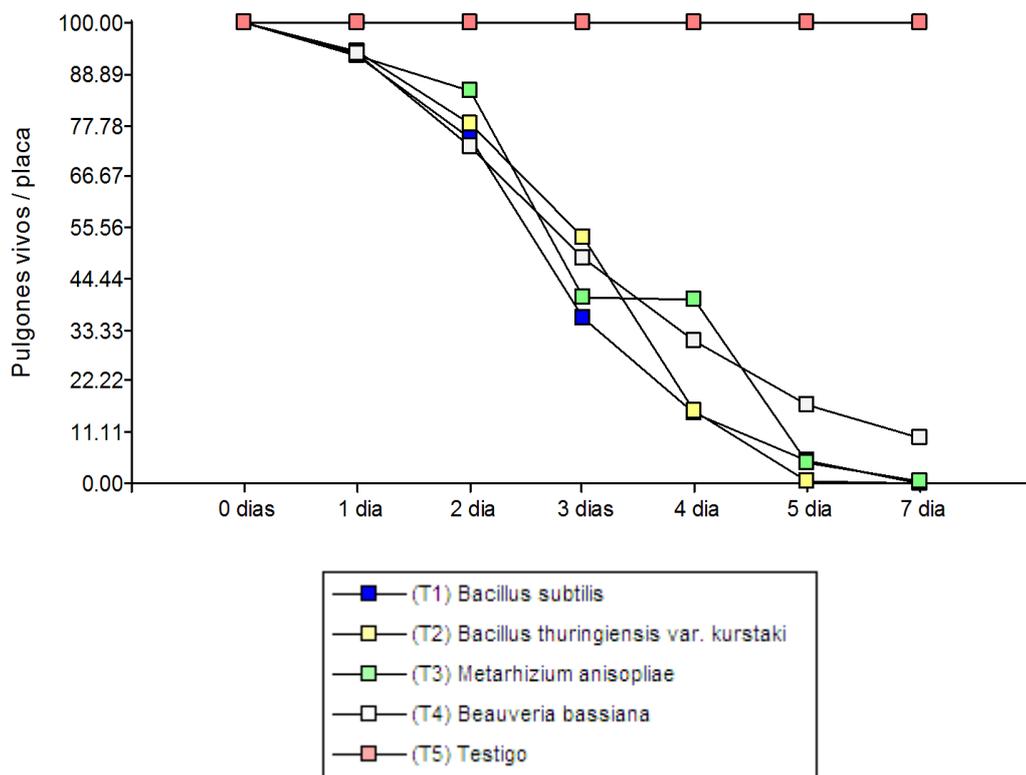
**Cuadro 32:** Eficacia de los tratamientos para el control de pulgón (*B. brassicae*).

Tratamientos	Previo	pulgones vivos					
	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	100	92.67 a	75.00 a	35.67 a	15.33 a	5.00 ab	0.00 a
(T3) <i>Metarrizum anisopliae</i>	100	93.67 a	78.00 a	53.33 a	15.67 a	0.67 a	0.00 a
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	100	93.00 a	85.00 ab	40.33 a	40.00 a	4.67 ab	0.67 a
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	100	93.33 a	73.00 a	49.00 a	31.00 a	17.00 b	10.00 a
(T5) Testigo	100	100 b	100 b	100 b	100 b	100 c	100 b
CV	0.00	3.08	10.04	34.03	59.44	31.36	35.36

Al analizar la población de *B. brassicae* se observó que el (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* y (T3) *Metarrizum anisopliae* tuvieron mayor eficiencia al séptimo día con 0.00 promedio de larvas vivas, seguido por (T4) *Beauveria bassiana* con una eficiencia de 0.67.

El tratamiento (T1) *Bacillus subtilis* tuvo una eficiencia de 10 promedio de pulgones vivos.

El tratamiento (T5) Testigo no tuvo ninguna eficacia.



**Fig. 19** Eficacia de los tratamientos en *Brevicoryne brassicae*.

**Cuadro 33:** Porcentaje de eficacia de los tratamientos

TRATAMIENTOS	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 día	7 día
(T2) <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	0.00 %	7.33 %	25.00 %	64.33 %	84.67 %	95.00 %	100.00 %
(T3) <i>Metarhizium anisopliae</i>	0.00 %	6.33 %	22.00 %	46.67 %	84.31 %	99.33 %	100.00 %
(T4) <i>Beauveria bassiana</i>	0.00 %	7.00 %	15.00 %	59.67 %	60.00 %	95.33 %	99.33 %
(T1) <i>Bacillus subtilis</i>	0.00 %	6.67 %	27.00 %	51.00 %	69.00 %	83.00 %	90.00 %
(T5) Testigo	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %

$$\% \text{ de eficacia} = [1 - (T_d / C_d)] \times 100$$

Al analizar la población de *B. brassicae* en los diferentes tratamientos se observó mayor eficacia con (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* y (T3) *Metarhizium anisopliae* con una eficiencia del 100% superando a todos los tratamientos restantes.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Incidencia de larvas vivas de *L. aripa* en campo

En campo ninguno de los tratamientos muestra eficiencia en el control de *Leptophobia aripa* al ser evaluadas durante 67 días. Sin embargo, similar resultado lo obtuvo Fernandez, Londoña y Jaramillo (2003) en sus estudios sobre *Plutella xylostella* susceptibilidad a diferentes aislamientos nativos de *Beauveria bassiana* y efecto adicional a otras coliflores lepidópteras reporta que los tres tratamientos fueron a base de *Beauveria bassiana*, causaron mortalidad a *P. xylostella* en condiciones de campo. Destaca que para larvas de *L. aripa* y *Copitarsia sp.* No tuvo efecto el entomopatógeno por lo que es necesario realizar nuevos estudios de mecanismos de defensa de *Leptophobia aripa*.

### 5.2. Eficacia de los entomopatógenos para el control de *L. aripa* en laboratorio

Entre los resultados el tratamiento *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* muestra mayor eficacia en el primer y segundo estadio larval con 56.70% y 60%, en el tercer y cuarto estadio *Beauveria bassiana* con 66.70 % y 50%, en el quinto estadio *Metarrizum anisopliae* con 36.70 %, esta reducción de número de larvas se observó en la semana 7 similar resultado lo obtuvo Malpartida. et al .(2013) en su estudio sobre patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., sobre el gusano defoliador del maracuyá *Dione juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae) en laboratorio reporta que en condiciones de laboratorio la cepa comercial Bb-SENASA de *Beauveria bassiana* fue patogénica para larvas de *Dione juno* en el 3er estadio, alcanzando mortalidades del 100% con la concentración 108 conidias ml.L-1, además presenta alta capacidad para disminuir drásticamente el consumo de alimentos al segundo día de aplicación.

### 5.3. Incidencia de pulgones (*Brevicoryne brassicae*) vivos en campo

En campo en ninguno de los tratamientos se observó diferencia estadística significativa para el control de *Brevicoryne brassicae* similar resultado lo obtuvo Hernández (2013) en su estudio sobre efectividad biológica de entomopatógenos para control de plagas de brócoli en Mexquitic de Carmona reporta que en los áfidos no se observaron diferencia estadística significativa en el número total de áfidos por planta, encontrados antes de la primera aplicación de los productos bioinsecticidas en campo ( $F = 1.35$  y  $P = 0.29$ ), ni a los tres ( $F = 1.46$  y  $P = 0.25$ ) o a los cinco días ( $F = 0.45$  y  $P = 0.80$ ). Sin embargo, se puede apreciar que en términos generales las plantas testigo, las tratadas con los derivados de *B. thuringiensis* y las que fueron tratadas con la mezcla de los tres hongos, presentaron el mayor número de pulgones (varía la cantidad de 3.26 a 4.41; mientras que las que fueron asperjadas con *B. bassiana* presentaron la menor cantidad de pulgones totales por planta de 2.55 a 3.30, seguido de las tratadas con *M. anisopliae* que presentaron de 3.44 a 3.56.

### 5.4. Eficacia de los entomopatógeno para el control de *Brevicoryne brassicae* en laboratorio

Los tratamientos *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* y *Metarhizium anisopliae* muestran mayor eficacia en la reducción de número de pulgones a los 7 días con 100% de eficacia similar resultado lo obtuvo Becerra (2010) en sus estudios sobre la evaluación con formulaciones comerciales y aislados nativos de entomopatógenos en la mortalidad de pulgones de las cucurbitáceas, halló una mortalidad de 63% a 5.25 días para ambas especies de hongos *Beauveria bassiana* y *metarhizium anisopliae*.

## VI. CONCLUSIONES

1. En condiciones de campo no se observó diferencia significativa en los tratamientos para el control de *Leptophobia aripa* y *Brevicoryne brassicae*.
2. En condiciones de laboratorio se trabajó con 5 estadios larvales de *Leptophobia aripa*, en el primer y segundo estadio larval el tratamiento (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* muestra mayor eficacia en la reducción del número de larvas con 56.70% y 60%, en el tercer y cuarto estadio larval el (T4) *Beauveria bassiana* muestra mayor eficacia en la reducción de larvas con 66.70% y 50% y por último en el quinto estadio larval el tratamiento (T3) *Metarrizum anisopliae* obtuvo mayor eficacia con 36.70 %.
3. En condiciones de laboratorio para *Brevicoryne brassicae* se obtuvieron mayor porcentaje de eficiencia con los tratamientos (T2) *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* y (T3) *Metarrizum anisopliae* con una eficiencia al 100%.
4. El tratamiento *Bacillus subtiles* tuvo mayor rendimiento del cultivo de col con 727.66 gramos por planta/área neta experimental superando así a todos los tratamientos
5. Sin embargo, es recomendable hacer ensayos previos, bajo condiciones de campo, para determinar la concentración más óptima, así como las condiciones ambientales más favorables.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre el mecanismo de defensa de *Leptophobia aripa*.
- Realizar más trabajos de investigación en entomopatógenos para ver la eficacia que tiene dichos hongos ya que así podríamos cuidar nuestro medio ambiente y detener la resurgencia y aparición de nuevas plagas ya que este medio de control es amigable con el medio ambiente y mejora la aparición de controladores biológicos en el campo.

### VIII. LITERATURA CITADA

- Abbott, WS (1925). Un método para calcular la efectividad de un insecticida. J. Econ. Entomol; 18: 265-267.
- Araya L., H; Clavijo R., C; Herrera, C. 2006. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. Archivos Latinoamericanos de Nutricion 56(4): 361-365.
- Becerra CA. 2010. Efectividad biológica de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sorokin, sobre pulgón en Calabaza Japonesa (*Cucurbita moschata* var. Chirimen). [Tesis de Licenciatura]. Mexico. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Bustillo, AE. Bertha de Gutiérrez. 1975. ciclo de vida del *Leptophobia aripa* (Boisduval) (Lepidoptera: Pieridae) plaga del repollo y col (en línea). Colombia. Consultado el 2 de mayo. 2019. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/273778829\\_Ciclo\\_de\\_vida\\_de\\_Leptophobia\\_aripa\\_Boisduval\\_Lepidoptera\\_Pieridae\\_plaga\\_del\\_repollo\\_y\\_la\\_col](https://www.researchgate.net/publication/273778829_Ciclo_de_vida_de_Leptophobia_aripa_Boisduval_Lepidoptera_Pieridae_plaga_del_repollo_y_la_col).
- Campas-Baypoli, ON; Bueno-Solano, C; Martínez-Ibarra, DM; Camacho-Gil, F; VillaLerma, AG; Rodríguez-Núñez, JR; López-Cervantes, J; Sánchez-Machado, DI. 2009. Contenido de sulforafano (1-isotiocianato-4-(metilsulfinil)-butano) en vegetales crucíferos. Archivos latinoamericanos de nutricion 59(1): 95-100.
- Cañedo, Ames. 2004. Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. Lima, Perú. s.e. 62p
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo. Costa Rica. s.e. 80p.

- Cave R; Cordero R. 1992. Parasitoides de *Leptophobia aripa* Boisduval (Lepidoptera: Pieridae) en repollo y brócoli en Honduras. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. Volumen 40(1):51-55.
- Cave, R. et al. 2005. Manejo integrado de plagas em hortalizas. 2da.ed. Honduras:Sunne, 162p.
- Cochagne J ; Oré Eusebio.2017. guía ilustrada de plagas en plantas medicinales (en línea). Perú. Consultado el 9 de mayo. Disponible en: [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/725/1/Garcia-Guia\\_ilustrada\\_plagas\\_plantas\\_medicinales.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/725/1/Garcia-Guia_ilustrada_plagas_plantas_medicinales.pdf)
- Cohen, JH; Kristal, AR; Stanford, JL. 2000. Fruit and vegetable intakes and prostate cancer risk. *Journal of the National Cancer Institute* 92(1): 61-68.
- Derteano.2015. “Abonos orgánicos y su efecto sobre las características agronómicas y rendimiento de Brassica oleraceae L. “Col Repollo var. Good season”. San Juan Bautista - Loreto. 2015” (en línea). Iquitos – Perú. Consultado el 23 de Ag. 2018. Disponible en: [http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4091/Robinson\\_Tesis\\_T%C3%ADtulo\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4091/Robinson_Tesis_T%C3%ADtulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Enciclopedia agropecuaria. 2007. Producción Agrícola II. Práctica de la agricultura y ganadería y Cultivos protegidos. Oceano Centrum. Barcelona España. 768.
- FAO. 2011. Producción de hortalizas (en línea). Bolivia. consultado el 3 ag. 2018.disponible en <http://www.fao.org/3/a-as972s.pdf>.
- Fernandez; Londoña y Jaramillo. 2003. *Plutella xilostella* susceptibilidad a diferentes aislamientos nativos de *Beauveria bassiana* y efecto

adicional a otras coliflores lepidópteras. Revista colombiana de entomología. 29(2):211-219.

Ferrari E AS, Jarnagin BF, Schmidt (1993). Commercial production of extracellular enzymes en *Bacillus subtilis* and other gram-positive bacteria. *Sonenhshain, Pub.* ASM, Washington, EUA. Cap. 62 pag. 917-937

Flores A, Egúsquiza R, Alcarraz M, Woolcott J, Benavides E , Godoy J, Huerta D , Jesus Y, Patiño .2011. Biodiversidad de *Bacillus thuringiensis* aislados de agroecosistemas peruanos y evaluación del potencial bioinsecticida. Ciencia e Investigación, 14(1): 29-34.

FUNICA. 1990?. producción y uso de hongos entomopatógenos. Costa Rica. s.e. 63p.

Gómez, Mendoza. 2004. GUIA PARA LA PRODUCCIÓN DE *Metarhizium anisoplia* (en línea). Ecuador. Consultado 12 de ag. 2018. Disponible en <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/Producci%C3%B3n-Metarhizium-anisopliae-Publicaci%C3%B3n-T%C3%A9cnica-N%C2%B05.pdf>

González Castillo, M ; Noé Aguilar ,C y Rodríguez Herrera, R. 2012. Control de insectos-plaga en la agricultura utilizando hongos entomopatógenos: retos y perspectivas ( en línea). Coahuila. Consultado el 23 de Ag. 2018. Disponible en:<http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/Documentos/AQM/AQM8/5.pdf>

González Castillo, M; Noé Aguilar, C y Rodríguez Herrera, R. 2012. Control de insectos-plaga en la agricultura utilizando hongos entomopatógenos: retos y perspectivas (en línea). Coahuila. Consultado el 23 de Ag. 2018. Disponible

en:<http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/Documentos/AQM/AQM8/5.pdf>.

González M. Posada F. & Bustillo A. 1993. Desarrollo de un bioensayo para evaluar la patogenicidad de *Beauveria bassiana* sobre *Hypothenemus hampei*. Revista Cenicafé (Colombia) 44 (3): 93-102.

Hernández Arriaga, D E. 2013. Efectividad biológica de entomopatógenos para control de plagas de brócoli en Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí. Bolivia. Consultado el 9 de ag.2018. disponible en: <http://ninive.uaslp.mx/jspui/bitstream/i/3375/1/IAE1EFE01301.pdf>

Infoagro. 2010. control de áfidos o pulgones (en línea). Madrid, España. Consultado el 23 de Ag. 2018 Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pulgones.htm>

INTAGRI. 2016. Manejo integrado del pulgón del repollo (en línea). México. Consultado el 20 de ag. 2018. disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-del-pulgón-del-repollo>.

INTIA. 2015. Plagas más comunes de las crucíferas (en línea). España. Consultado el 20 de abril. 2019. Disponible en: <file:///C:/Users/Thami/Downloads/213-plagas-cruciferas.pdf>

Jackson MA, McGuire MR, Lacey LA, Wraight SP (1997) Liquid culture production of desiccation tolerant blastospores of the bioinsecticidal fungus *P. fumosoroseus*. Mycol Res 101: 35-41.

Keck, A-S; Finley, JW. 2004. Cruciferous Vegetables: Cancer Protective Mechanisms of Glucosinolate Hydrolysis Products and Selenium. Integrative Cancer Therapies 3(1): 5-12.

- Larraín Patricia. 1983. Plagas del repollo (en línea). Chile. Consultado el 18 de abril. 2018. disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR01224.pdf>
- Malpartida, Narrea, Dale. (2013). Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., sobre el gusano defoliador del maracuyá *Dione juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae) en laboratorio. *Revista cielo*.12(2).
- Marín, P; Bustillo, A. 2002. Pruebas microbiológicas y fisicoquímicas para el control de calidad de los hongos entomopatógenos. *Revista Cenicafé* (Colombia) 2002: 72-89.
- Maroto, J V; Pomares, F; Baixauli, C. 2007. Cultivo de la Coliflor y el Brócoli. España, Mundi-Prensa, 404 p.
- Mejía C. 2015. Indicadores de efectividad y eficacia. Colombia. Consultado el 8 de jul. 2019. disponible en: <https://www.ceppia.com.co/Herramientas/INDICADORES/Indicadores-efectividad-eficacia.pdf>.
- Moreno, DA; Carvajal, M; López-Berenguer, C; García-Viguera, C. 2006. Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 41(1): 1508-1522.
- Ojeda C, MM, Rodriguez V RI., Galindo VE., Lezama GR y Cruz VC. 2010. Control de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) mediante el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae). *Rev Mex Cienc Pecu.* 16p.
- Peña G, Garcia L, Gonzalez A, Velazquez V, Trejo A y Rivera F. 2012. Aislamiento de cepas de *Bacillus thuringiensis* de suelos y cadáveres de insectos. (en línea). Mexico. Consultado el 11 de mayo. 2019. Disponible en:

<http://sistemas.fciencias.unam.mx/~germoplasma/files/s8sc/Pe%C3%B1a-Chora%20et%20al.pdf>

- Pérez, D. 2013. Descripciones del ciclo biológico de la mariposa del repollo *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836) (Lepidoptera: Pieridae) en El Salvador (en línea). El Salvador. Consultado el 4 de mayo 2019. Disponible en: <https://edicionbioma.files.wordpress.com/2015/08/biomaagosto-2015.pdf>.
- Ramirez. 2010. "guía del cultivo de repollo". Consultado el 9 de ag. 2018. disponible en <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36157835>.
- Rayas, Labra. 2009. Potencial y Algunos de los Mecanismos de Acción de los Hongos Entomopatógenos para el Control de Insectos Plaga. *Acta Universitaria*, 19(2), 40-49.
- Rojas-Gutiérrez, R. L., Loza-Murguía, M., Vino-Nina, L., & Serrano-Canaviri, T. (2017). Capacidad biocontroladora de *Beauveria brongniartii* (Sacc.) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) en el control de pulgones *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8(1), 48-68.
- Rojas-Gutiérrez, R. L., Loza-Murguía, M., Vino-Nina, L., & Serrano-Canaviri, T. (2017). Capacidad biocontroladora de *Beauveria brongniartii* (Sacc.) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) en el control de pulgones *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8(1), 48-68.
- Sánchez. 2012. Determinación de metabolitos secundarios a partir de *Bacillus subtilis* con efecto biocontrolador sobre *Fusarium* sp. (en línea).

- Colombia. Consultado 12 de ag. 2018. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v10n18/v10n18a01.pdf>
- Saunders Joseph L; Coto Daniel T; King Andrew B.S. 1998. Plagas invertebradas de cultivo anual alimenticios en América Central. 2da edición. Costa Rica. 287p.
- Shariati, P., Mitchell W. J., Boyd A., Priest F. G. (1995). Anaerobic metabolism in *Bacillus licheniformis* NCIB 6346. *Microbiol.* 141:1117-1124.
- St. Leger R, Charney A, Cooper R .1986. Enzimas degradadoras de la cutícula de hongos entomopatógenos: mecanismos de interacción entre las enzimas patógenas y la cutícula de insectos. *J. Invertbr Pathol* 47: 295-302
- Terry, P; Wolk, A; Persson, I; Magnusson, C. 2001. Brassica vegetables and breast cancer risk. *JAMA* 285(23): 2975-2977.
- Velásquez Valeriano, M A. 2006. Control químico de las principales enfermedades y plagas del repollo ( *Brassica oleracea* var. *capitata* ). Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía carrera de Ingeniería Agronómica. 99p.
- Verhoeven, DT; Verhagen, H; Goldbohm, RA; Van den-Brandt, PA; Van-Poppel, G. 1997. A review of mechanisms underlying anticarcinogenicity by brassica vegetables. *Chem. Biol. Interact.* 103(2): 79-129
- Wanderley. 2009. Hongos entomopatógenos: importante herramienta para el control de “moscas blancas” (homoptera: *aleyrodidae*) (en línea). Pernambuco. Consultado el 13 de ag. 2018. Disponible en <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25735/1/Maranhao.pdf>.

Yépez F; Rosales C. 2003. Entomofauna agrícola Venezuela (en línea). Venezuela. Consultado el 9 de mayo. Disponible en: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Zoologia\\_Agricola/Maneo\\_Integrado/Material\\_Interes/Narvaez-2003entomofauna\\_agricola\\_venezolana.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Zoologia_Agricola/Maneo_Integrado/Material_Interes/Narvaez-2003entomofauna_agricola_venezolana.pdf)

Zarate Arreola. 2011. EFECTO DE PRODUCTOS ORGANICOS EN EL CONTROL DEL PULGON (*Brevicoryne brassicae* L.) EN COL (*brassica oleracea var. Capitata*) BAJO NIVELES DE NUTRICION ORGANICA (en línea). México. Consultado el 20 de ag. 2018. disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2434/YERALDINY%20ZARATE%20ARREOLA.pdf?sequence=1>

## **IX. ANEXO**

## ANEXO 01. Número de larvas vivos en campo

TRATAMIENTOS	ENTOMOPATÓGENOS	REPETICIÓN	15 días	30 días	45 días	60 días	67 días
T1	<i>Bacillus subtilis</i>	R1	0	19	31	109	53
	<i>Bacillus subtilis</i>	R2	0	7	16	28	18
	<i>Bacillus subtilis</i>	R3	0	7	38	22	28
	<i>Bacillus subtilis</i>	R4	0	5	27	79	39
T2	<i>Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i>	R1	0	13	43	35	38
	<i>Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i>	R2	0	8	31	20	7
	<i>Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i>	R3	0	6	17	37	15
	<i>Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i>	R4	0	5	83	75	0
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R1	0	6	35	42	58
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R2	0	4	5	16	0
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R3	0	7	26	20	12
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R4	0	5	29	62	76
T4	<i>Beauveria bassiana</i>	R1	0	21	49	61	21
	<i>Beauveria bassiana</i>	R2	0	9	55	23	47
	<i>Beauveria bassiana</i>	R3	0	2	32	92	0
	<i>Beauveria bassiana</i>	R4	0	5	16	170	159
T5	Testigo	R1	0	12	42	70	149
	Testigo	R2	0	8	9	15	39
	Testigo	R3	0	5	10	135	28
	Testigo	R4	0	5	39	71	129
	<b>Temperatura promedio</b>		21.3	21.75	20.75	21.05	19.9

## ANEXO 02. Número de pulgones vivos en campo

TRATAMIENTOS	ENTOMOPATÓGENOS	REPETICIÓN	15 días	30 días	45 días	60 días	67 días
T1	<i>Bacillus subtilis</i>	R1	0	18	20	27	0
	<i>Bacillus subtilis</i>	R2	0	7	12	15	5
	<i>Bacillus subtilis</i>	R3	0	6	11	8	2
	<i>Bacillus subtilis</i>	R4	0	20	15	10	10
T2	<i>Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i>	R1	0	51	118	100	15
	<i>Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i>	R2	0	20	20	4	0
	<i>Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i>	R3	0	3	41	23	5
	<i>Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i>	R4	0	4	19	0	35
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R1	0	53	43	15	0
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R2	0	21	7	3	8
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R3	0	7	53	5	0
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R4	0	13	20	6	0
T4	<i>Beauveria bassiana</i>	R1	0	50	131	34	10
	<i>Beauveria bassiana</i>	R2	0	23	17	30	0
	<i>Beauveria bassiana</i>	R3	0	10	114	10	0
	<i>Beauveria bassiana</i>	R4	0	23	8	13	0
T5	Testigo	R1	0	29	18	13	50
	Testigo	R2	0	44	0	188	30
	Testigo	R3	0	7	41	38	5
	Testigo	R4	0	14	17	7	5
	<b>Tmperatura promedio</b>		0	21.75	20.75	21.05	19.9

**ANEXO 03. Evaluaciones en laboratorio de los 5 estadios larvales de *Leptophobia aripa***

**Estadio 1**

TRATAMIENTOS	ENTOMOPATOGENOS	REPETICIÓN	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 días	7 días
T1	<i>Bacillus subdilis</i>	R1	10	8	8	8	8	8	8
	<i>Bacillus subdilis</i>	R2	10	9	9	9	9	9	9
	<i>Bacillus subdilis</i>	R3	10	10	10	10	7	4	0
T2	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R1	10	10	10	10	10	10	10
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R2	10	10	10	10	8	5	3
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R3	10	10	10	10	5	4	0
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R1	10	9	9	9	9	9	8
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R2	10	10	10	9	7	6	6
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R3	10	10	10	10	8	6	4
T4	<i>Beauveria bassiana</i>	R1	10	10	10	10	10	10	6
	<i>Beauveria bassiana</i>	R2	10	10	10	10	9	9	9
	<i>Beauveria bassiana</i>	R3	10	10	10	10	8	7	5
T5	testigo	R1	10	10	10	10	10	10	10
	testigo	R2	10	10	10	10	10	10	10
	testigo	R3	10	10	10	10	10	10	10

## Estadio 2

TRATAMIENTOS	ENTOMOPATOGENOS	REPETICIÓN	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 días	7 días
T1	<i>Bacillus subdilis</i>	R1	10	10	10	10	9	9	9
	<i>Bacillus subdilis</i>	R2	10	10	10	10	9	9	0
	<i>Bacillus subdilis</i>	R3	10	10	10	10	7	6	5
T2	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R1	10	10	10	10	10	10	5
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R2	10	10	10	10	8	3	0
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R3	10	10	10	10	8	8	7
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R1	10	10	10	10	10	10	6
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R2	10	10	10	10	9	5	0
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R3	10	10	10	10	9	7	7
T4	<i>Beauveria bassiana</i>	R1	10	10	10	10	10	10	0
	<i>Beauveria bassiana</i>	R2	10	10	10	10	10	9	9
	<i>Beauveria bassiana</i>	R3	10	10	9	9	8	5	5
T5	testigo	R1	10	10	10	10	10	10	10
	testigo	R2	10	10	10	10	10	10	10
	testigo	R3	10	10	10	10	10	10	10

## Estadio 3

TRATAMIENTOS	ENTOMOPATOGENOS	REPETICIÓN	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 días	7 días
T1	<i>Bacillus subtilis</i>	R1	10	10	9	8	8	8	5
	<i>Bacillus subtilis</i>	R2	10	10	9	9	5	5	4
	<i>Bacillus subtilis</i>	R3	10	10	9	9	9	9	9
T2	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R1	10	10	10	9	9	9	5
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R2	10	10	9	9	6	5	5
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R3	10	10	9	9	9	7	2
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R1	10	10	9	9	7	7	5
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R2	10	10	8	7	6	5	5
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R3	10	9	10	10	6	4	2
T4	<i>Beauveria bassiana</i>	R1	10	10	9	7	5	4	3
	<i>Beauveria bassiana</i>	R2	10	10	10	10	9	7	6
	<i>Beauveria bassiana</i>	R3	10	10	10	9	7	2	1
T5	testigo	R1	10	10	10	10	10	10	10
	testigo	R2	10	10	10	10	10	10	10
	testigo	R3	10	10	10	10	10	10	10

## Estadio 4

TRATAMIENTOS	ENTOMOPATOGENOS	REPETICIÓN	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 días	7 días
T1	<i>Bacillus subtilis</i>	R1	10	10	10	10	10	10	9
	<i>Bacillus subtilis</i>	R2	10	10	10	10	8	7	7
	<i>Bacillus subtilis</i>	R3	10	10	10	9	6	5	4
T2	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R1	10	10	10	10	10	10	10
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R2	10	10	10	8	7	6	6
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R3	10	10	10	10	8	6	5
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R1	10	10	10	9	9	8	7
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R2	10	9	9	9	9	8	8
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R3	10	10	10	10	9	8	8
T4	<i>Beauveria bassiana</i>	R1	10	10	9	9	9	9	8
	<i>Beauveria bassiana</i>	R2	10	7	7	7	7	7	7
	<i>Beauveria bassiana</i>	R3	10	10	10	10	3	1	0
T5	testigo	R1	10	10	10	10	10	10	10
	testigo	R2	10	10	10	10	10	10	10
	testigo	R3	10	10	10	10	10	10	10

**Estadio 5**

TRATAMIENTOS	ENTOMOPATOGENOS	REPETICIÓN	0 días	1 día	2 día	3 días	4 día	5 días	7 días
T1	<i>Bacillus subtilis</i>	R1	10	10	10	10	10	10	10
	<i>Bacillus subtilis</i>	R2	10	10	10	8	8	7	7
	<i>Bacillus subtilis</i>	R3	10	10	10	9	8	6	6
T2	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R1	10	10	10	10	10	10	10
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R2	10	9	9	9	9	8	8
	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	R3	10	10	9	9	7	7	6
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R1	10	9	10	8	7	6	6
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R2	10	10	9	8	8	8	8
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	R3	10	10	9	8	7	6	5
T4	<i>Beauveria bassiana</i>	R1	10	10	10	9	8	8	8
	<i>Beauveria bassiana</i>	R2	10	10	8	8	8	8	8
	<i>Beauveria bassiana</i>	R3	10	10	8	8	7	7	7
T5	testigo	R1	10	10	10	10	10	10	10
	testigo	R2	10	10	10	10	10	10	10
	testigo	R3	10	10	10	10	10	10	10



**ANEXO 05. Rendimiento del cultivo de col por área neta experimental.**

TRATAMIENTOS	REPETICIÓN	RENDIMIENTO POR AREA NETA
<i>Bacillus subtilis</i>	R1	301.96
<i>Bacillus subtilis</i>	R2	744.43
<i>Bacillus subtilis</i>	R3	852.11
<i>Bacillus subtilis</i>	R4	1012.15
<i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	R1	428.50
<i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	R2	690.03
<i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	R3	707.31
<i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	R4	698.85
<i>Metarhizium anisopliae</i>	R1	325.16
<i>Metarhizium anisopliae</i>	R2	760.72
<i>Metarhizium anisopliae</i>	R3	804.79
<i>Metarhizium anisopliae</i>	R4	710.69
<i>Beauveria bassiana</i>	R1	457.10
<i>Beauveria bassiana</i>	R2	644.93
<i>Beauveria bassiana</i>	R3	757.77
<i>Beauveria bassiana</i>	R4	651.99
<i>testigo</i>	R1	275.57
<i>testigo</i>	R2	506.05
<i>testigo</i>	R3	580.07
<i>testigo</i>	R4	572.00



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELO Y PLANTAS**



## ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : NALDA MIGUEL VILLANUEVA  
 PROCEDENCIA : HUANUCO/ HUANUCO/ CAYHUAYNA

REFERENCIA : H.R. 67456  
 BOLETA : 2721

No. Laboratorio		155
No. Campo		Muestra AR-01
<b>AGUA POTABLE REPOSADO 48 HORAS</b>		
pH		6.93
C.E.	dS/m	0.16
Calcio	meq/L	1.00
Magnesio	meq/L	0.30
Potasio	meq/L	0.03
Sodio	meq/L	0.18
SUMA DE CATIONES		1.51
Nitratos	meq/L	0.01
Carbonatos	meq/L	0.00
Bicarbonatos	meq/L	1.12
Sulfatos	meq/L	0.34
Cloruros	meq/L	0.30
SUMA DE ANIONES		1.77
Sodio	%	11.81
RAS		0.22
Boro	ppm	0.03
Clasificación		C3-S1


  
 Dr. Gady García Bendezú  
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n-La Molina, Lima-Perú  
 Teléfono: 614 7800 Anexo:222 Teléfono Directo: 349 5622  
 e.mail: labsuelo@la molina.edu.pe

## PANEL FOTOGRÁFICO CAMPO



Surcado con la ayuda de un tractor

Marcando los bloques y las parcela



Finalizado el marcado de las parcelas y de los bloques



Riego pre siembra



Plantines para el trasplante



Trasplante



Fertilización

Riego post  
siembra.

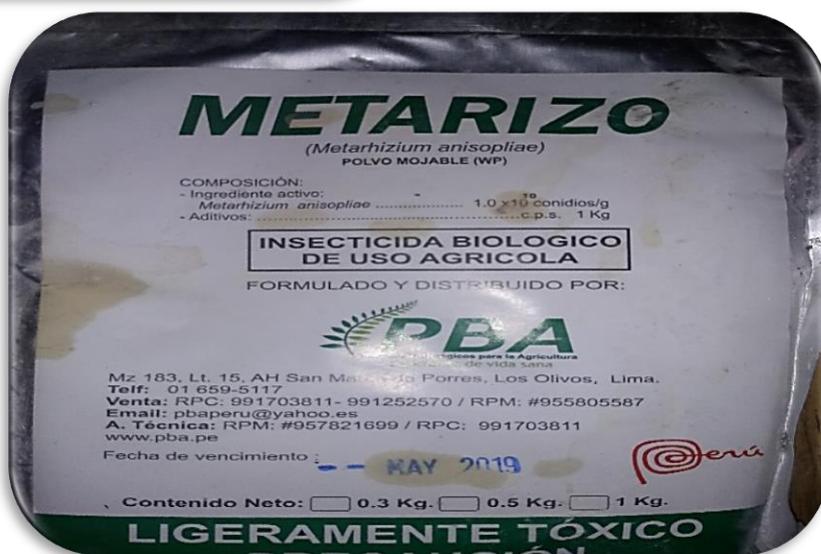


Sobrevivencia después del  
trasplante 99%



| Regando la parcela de col.

Bolsa de *Metharhizium anisopliae*



Bolsa de *Beauveria bassiana*



Botella de *Bacillus subtilis*.



Botella de *Bacillus thuringiensis var. kurstaki*.



insumos utilizados para preparar el caldo de entomopatógenos



Pesando los entomopatogenos

Insumos listos para la preparación del caldo de entomopatogenos.



Los entomopatógenos listos para su aplicación después de 6 horas de reposo.



Pulverización en campo de los entomopatógenos.

realizando evaluación antes de la aplicación.



Planta dañada por *Leptophobia aripa*



Planta dañada por *Brevicoryne brassicae*

Visita del asesor al campo demostrativo



Letrero de campo experimental.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDEZÁN  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO  
 USO DE ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL DE *Pieris brassicae* y *Brevicoryne brassicae* en col (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) EN CPO UNNEVAL, 2018.

Responsable:	NALDA MIDEI, VILLANUEVA
Asesor:	M. Sc. LUIS VILLODAS ROSALES
Fecha de creación: 11 de Noviembre del 2018	
Ubicación geográfica	
País:	Perú
Provincia:	Huancayo
Distrito:	Pisco-María
Localidad:	CPO UNNEVAL
Coordenadas:	12° 51' 43" S, 76° 14' 19" W
Altitud:	1947 metros
Superficie:	1000 m <sup>2</sup>
Fecha de inicio:	15 de Noviembre del 2018



Cosecha de la col.

Visita de jurado de tesis a la parcela experimental



**CICLO BIOLÓGICO DE *Leptophobia aripa***

Huevo

larva instar 1

larva instar 2

larva instar 3

larva instar 4



Larva instar 5

prepupa

pupa

adulto

## PANEL FOTOGRÁFICO LABORATORIO



Desinfección de las hojas de col.



Desinfección de las larvas.



Los tratamientos listos para su aplicación.



Como alimento,  
se colocó  
pedazo de  
hojas de col.

colocando las  
larvas y pulgones  
en la placa.



Aplicación de los  
entomopatógenos



Guardado de los tratamientos en una cámara climática.

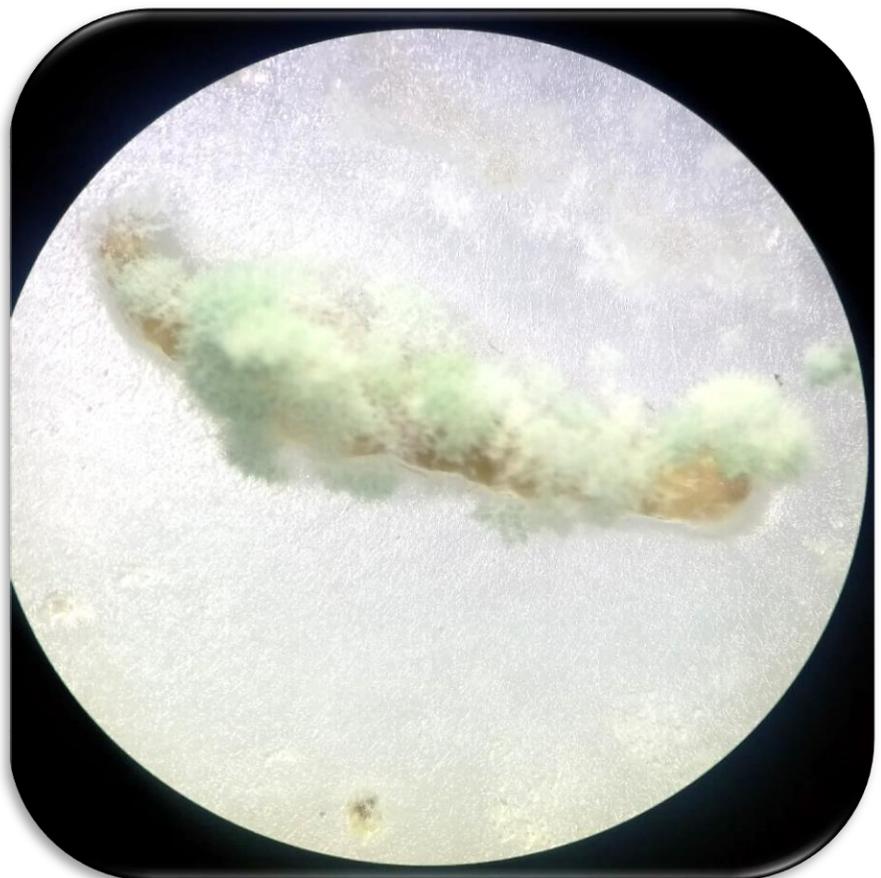
Evaluación de los tratamientos.



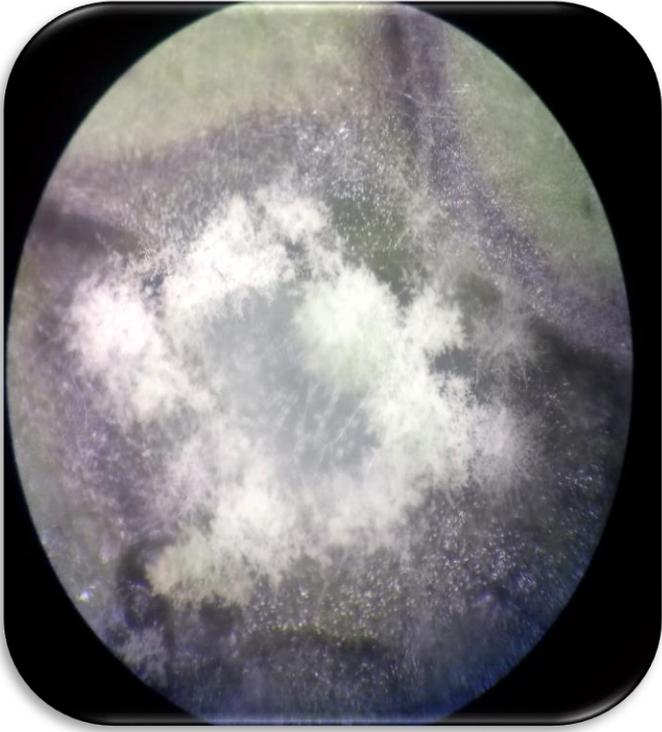
Larva infectada por *Bacillus subtilis*.



Larva infectada por  
*Bacillus*  
*thuringiensis* var.  
*Kurstaki*



Larva  
infectada por  
*Metarrizum*  
*anisopliae*



*Beauveria bassiana*