

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía



TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

EFECTO DE *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Y *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. SOBRE PULGONES EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN CAJAMARCA

PRESENTADO POR

BACHILLER : Heison Joel Núñez Edquén

ASESORES : Ing. Alonso Vela Ahumada

Ing. M. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacondori

CAJAMARCA - PERÚ

-2017-

DEDICATORIA

A:

Dios Quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Mis padres Orfelia Edquén y Jorge Núñez, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos, por su ejemplo a seguir y por enseñarme que las metas son alcanzables y que una caída no es una derrota si no el principio de una lucha que siempre termina en logros y éxitos. Gracias por siempre orientarme en todo lo que se y ayudarme a salir adelante a pesar de los inconvenientes. Este triunfo también es de ustedes. Los quiero.

Mis hermanos Jorge, Franklin y Huver, por ser parte importante y especial en mi vida; que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

Mi tía María A. Edquén, por su cariño y consideración, por su apoyo constante e incondicional. La quiero.

Una persona predilecta Yessica Barboza, por sus consejos, compañía, sus palabras de aliento, por formar parte de mi desarrollo integral y compartir las felicidades de la vida, con mucho aprecio.

El autor

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias por ser parte de mi formación, sabiduría y experiencia.

Ing. Alonso Vela Ahumada, por haber aceptado ser mi asesor y guiarme en la elaboración de esta investigación sin su ayuda esto no hubiese sido posible, MUCHAS GRACIAS por todas sus enseñanzas y consejos en los momentos indicados.

Ing. Jhon Anthony Vergara Copacondori, por su asesoría, apoyo, enseñanzas, por su paciencia y dedicación en el desarrollo de mi tesis.

A mi familia por todo el apoyo y aliento brindado a lo largo de todo este camino, dándome preciados consejos.

A todas aquellas personas que dieron su granito de arena en este trabajo.

El autor

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en el Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca, distrito, provincia y región de Cajamarca, teniendo como objetivo determinar el efecto de *Lecanicillium lecanii* (Zimm) y *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. sobre pulgones en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) de la variedad Alabama -101.

Se realizaron 5 evaluaciones por campaña (corte). Evaluándose 5 matas por parcela, 15 por tratamiento; haciendo un total de 90 unidades muestrales, llevándose a cabo desde la etapa fenológica de brotación (15 días después del corte) hasta etapa de botón floral (50 días después del corte). Las concentraciones para cada entomopatógeno fueron: 8×10^{10} conidias/ litro y 16×10^{10} conidias/ litro.

Los resultados se analizaron por ANVA con la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. Observándose que $T_4 = Beauveria bassiana 16 \times 10^{10}$, generó una mayor mortalidad (49,96 %). Así mismo, presenta similitud estadística con el $T_3 = Beauveria bassiana 8 \times 10^{10}$, esto debido a que se trata del mismo entomopatógeno pero a una diferente concentración, ocasionando una mortalidad de 35,6 %. Los tratamientos $T_1 = Lecanicillium lecanii 8 \times 10^{10}$ y $T_2 = Lecanicillium lecanii 16 \times 10^{10}$, presentan similitud estadística, ambos ocasionaron una mortalidad de 26,1 % y de 31,35 % respectivamente.

Finalmente el hongo entomopatógeno que tuvo mayor efecto en el control de pulgones presentes en *Medicago sativa* L. (alfalfa) en Cajamarca, fue *Beauveria bassiana* ($T_4 = 16 \times 10^{10}$ conidias) causando un 49,96 % de mortalidad, en tanto que *Lecanicillium lecanii* ($T_1 = 8 \times 10^{10}$ conidias) fue el que generó menor efecto con una mortalidad de 26,1 %

Palabras clave:

Cajamarca, pulgones, alfalfa, entomopatógeno, conidias, tratamientos, mortalidad, efecto.

SUMMARY

The present investigation was carried out in the Silvo Agricultural Service of the National University of Cajamarca, district, province and region of Cajamarca, aiming to determine the effect of *Lecanicillium lecanii* (Zimm) and *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. on aphids in the cultivation of alfalfa (*Medicago sativa* L.) of the variety Alabama - 101.

There were 5 evaluations per campaign (cut). Evaluating 5 forests per plot, 15 per treatment; making a total of 90 sample units, taking place from the phenological stage of sprouting (15 days after cutting) to floral bud stage (50 days after cutting). The concentrations for each entomopathogen were: 8×10^{10} conidia / liter and 16×10^{10} conidia / liter.

Results were analyzed by ANVA with the Duncan Multiple Range Test. It was observed that $T_4 = Beauveria bassiana 16 \times 10^{10}$, generated a higher mortality (49.96%). Likewise, it presents statistical similarity with $T_3 = Beauveria bassiana 8 \times 10^{10}$, due to the fact that it is the same entomopathogen but at a different concentration, causing a mortality of 35.6%. The treatments $T_1 = Lecanicillium lecanii 8 \times 10^{10}$ and $T_2 = Lecanicillium lecanii 16 \times 10^{10}$, present statistical similarity, both causing a mortality of 26.1% and 31.35% respectively.

Finally, the entomopathogenic fungus that had the greatest effect on the control of aphids present in *Medicago sativa* L. (alfalfa) in Cajamarca was *Beauveria bassiana* ($T_4 = 16 \times 10^{10}$ conidia), causing a 49.96% mortality, while *Lecanicillium lecanii* ($T_1 = 8 \times 10^{10}$ conidia) was the one that generated the least effect with a mortality of 26.1%

Keywords:

Cajamarca, aphids, alfalfa, entomopathogen, conidia, treatments, mortality, effect.

ÍNDICE GENERAL

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN.....	i
SUMMARY	ii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	1
CAPÍTULO II	2
REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Generalidades sobre el cultivo de <i>Medicago sativa</i> L.(alfalfa)	2
2.1.1. Taxonomía	2
2.1.2. Origen	2
2.1.3. Importancia	3
2.1.4. Fenología	3
a. Etapa inicial.....	3
a.1. Germinación	3
a.2. Emergencia.....	3
b. Etapa de desarrollo	4
b.1. Brotación.....	4
b.2. Crecimiento vegetativo.....	4
b.3. Botón floral.....	4
c. Etapa intermedia	4
c.1. Floración	4
d. Etapa final	5
d.1. Maduración	5
2.1.5. Variedad Alabama-101	5
2.2. Pulgones en el cultivo de <i>Medicago sativa</i> L. (alfalfa).....	5
2.2.1. <i>Macrosiphum</i> sp. (Pulgón grande).....	5
2.2.2. <i>Therioaphis trifolii</i> Monnell (Pulgón manchado de la alfalfa)	6
2.2.3. <i>Aphis fabae</i> L. (Pulgón negro de las habas)	7
2.3. Hongos entomopatógenos.....	7
2.3.1. Mecanismo de acción.....	8
a. Adhesión y germinación de la espora en la cutícula del insecto	8
b. Penetración del entomopatógeno	8
c. Desarrollo del hongo que resulta en la muerte del insecto	9

2.3.2. Estabilidad y persistencia en el ambiente	9
2.3.3. <i>Beauveria bassiana</i> (Bals) Vuill.	10
a. Taxonomía	10
b. Antecedentes	11
2.3.4. <i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm.).....	12
a. Taxonomía	12
b. Antecedentes	13
2.4. Ciclón EC (50 % Dimetoato).....	15
2.4.1. Antecedente.....	15
CAPÍTULO III	15
MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	16
3.2. Materiales	16
3.2.1. Biológico	16
3.2.2. Otros materiales.....	16
a. Material de campo.....	16
b. Material empleado en el laboratorio	17
3.3. Metodología	17
3.3.1. Entomopatógenos (<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillum lecanii</i>).....	17
a. Cálculo de dosis.....	17
a.1. Dosis baja (2 bolsas): 5,12 g/640 ml	17
a.2. Dosis alta (4 bolsas): 10,24 g/640 ml	18
b. Preparación	18
3.3.2. Insecticida Ciclón EC (50 % Dimetoato)	22
a. Cálculo de la dosis (0.1%).....	22
3.4. Tratamientos en estudio.....	23
3.4.1. Características del campo experimental.....	23
3.5. Diseño experimental.....	25
3.5.1. Modelo matemático	25
3.6. Evaluaciones.....	25
3.6.1. Densidad poblacional de áfidos o pulgones	25
3.7. Análisis de datos	26
CAPÍTULO IV	27
RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
4.1. <i>Lecanicillum lecanii</i>	27
4.1.1. Tratamiento 1 (T ₁): 8 x 10 ¹⁰ conidias	27
4.1.2. Tratamiento 2 (T ₂): 16 x 10 ¹⁰ conidias.....	29

4.2.	<i>Beauveria bassiana</i>	31
4.2.1.	Tratamiento 3 (T ₃): 8 x 10 ¹⁰ conidias	31
4.2.2.	Tratamiento 4 (T ₄): 16 x 10 ¹⁰ conidias	33
4.3.	Insecticida	35
4.3.1.	Tratamiento 5 (T ₅): Ciclón EC (0,1 %)	35
4.4.	Densidad poblacional promedio, ANVA y Prueba de Rango Múltiple de Duncan de los datos obtenidos durante las evaluaciones en las dos campañas del cultivo de alfalfa.....	37
	CAPÍTULO V	41
	CONCLUSIONES	41
	CAPÍTULO VI	42
	BIBLIOGRAFÍA CITADA	42
	GLOSARIO	47
	ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
1	Densidad poblacional y porcentaje de pulgones vivos por mata en $T_1 = \textit{Lecanicillum lecanii}$ 8×10^{10} conidias	27
2	Densidad poblacional y porcentaje de pulgones vivos por mata en $T_2 = \textit{Lecanicillum lecanii}$ 16×10^{10} conidias	29
3	Densidad poblacional y porcentaje de pulgones vivos por mata en $T_3 = \textit{Beauveria bassiana}$ 8×10^{10} conidias	31
4	Densidad poblacional y porcentaje de pulgones vivos por mata en $T_4 = \textit{Beauveria bassiana}$ 16×10^{10} conidias	33
5	Densidad poblacional y porcentaje de pulgones vivos por mata en $T_5 =$ Ciclón EC (50 % Dimetoato)	35
6	Densidad poblacional promedio de pulgones	37
7	Análisis de varianza para la densidad poblacional promedio de pulgones	37
8	Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la densidad poblacional promedio de pulgones	38
9	Formato de evaluación de pulgones en <i>Medicago sativa</i> L. (alfalfa)	50
10	Registro de las evaluaciones realizadas en la primera campaña de <i>Medicago sativa</i> L. para pulgones	51
11	Registro de las evaluaciones realizadas en la segunda campaña de <i>Medicago sativa</i> L. para pulgones	52
12	Densidad poblacional promedio de pulgones en las dos campañas de <i>Medicago sativa</i> L. (alfalfa)	53
13	Datos meteorológicos durante la fase experimental (Octubre 2016 - Enero 2017)	54
14	Actividades realizadas durante el experimento	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Diseño del campo experimental y distribución de los tratamientos	24
2	Efecto de <i>Lecanicillium lecanii</i> ($T_1 = 8 \times 10^{10}$ conidias) sobre la densidad poblacional de pulgones	28
3	Efecto de <i>Lecanicillium lecanii</i> ($T_2 = 16 \times 10^{10}$ conidias) sobre la densidad poblacional de pulgones	30
4	Efecto de <i>Beauveria bassiana</i> ($T_3 = 8 \times 10^{10}$ conidias) sobre la densidad poblacional de pulgones	32
5	Efecto de <i>Beauveria bassiana</i> ($T_4 = 16 \times 10^{10}$ conidias) sobre la densidad poblacional de pulgones	34
6	Efecto de Ciclo EC 50 % Dimetoato (T_5) sobre la densidad poblacional de pulgones	36
7	Efecto de los tratamientos en estudio sobre la densidad poblacional de pulgones	40
8	Datos meteorológicos durante la fase experimental (Octubre 2016 - Enero 2017)	55
9	Distribución de las parcelas del experimento en las instalaciones del Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca	57
10	Evaluación de pulgones en las matas de <i>Medicago sativa</i> L.	57
11	Presencia de pulgones <i>Aphis fabae</i> y <i>Macrosiphum</i> sp.	58
12	Presencia de una colonia de <i>Aphis fabae</i>	58
13	Hembra de <i>Therioaphis trifolii</i> pariendo individuos ya desarrollados, reproducción asexual (Partenogénesis)	59
14	Hembra de <i>Macrosiphum</i> sp. pariendo individuos ya desarrollados, reproducción asexual (Partenogénesis)	59
15	Trabajo de laboratorio (identificación de los pulgones registrados en las evaluaciones)	60
16	Observación de <i>Macrosiphum</i> sp. a través del estereoscopio	60
17	Observación de <i>Aphis fabae</i> a través del estereoscopio	61
18	Observación de <i>Therioaphis trifolii</i> a través del estereoscopio	61
19	Presentación de materiales y productos usados en la investigación	62
20	Balanza de precisión para la el peso exacto del entomopatógeno	62
21	Preparación del caldo de entomopatógenos el cual se dejara	63

	reposar 6 horas como mínimo y 16 horas como máximo para lograr la hidratación completa de las esporas de los hongos	
22	Medición del insecticida Ciclón 50 EC (0,1 %) dosis para pulgones de 1ml/L	63
23	Aplicación de la solución con la bomba de aspersión manual n° 2 para entomopatógenos.	64
24	Aplicación de la solución con la bomba de aspersión manual n° 1 para insecticida	64

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es la principal especie forrajera del país y base para la producción de carne y leche. El cultivo tiene un ciclo de crecimiento plurianual, lo que lo transforma en un agroecosistema perenne a corto plazo, capaz de albergar una amplia variedad de insectos benéficos y perjudiciales. Entre éstos últimos, los áfidos son uno de los más importantes (Imwinkelried *et al.* 2013).

Las poblaciones de pulgones presentes en el cultivo de alfalfa están reguladas por insectos predadores, parasitoides y hongos entomopatógenos; siendo este último uno de los métodos poco conocidos y utilizados en la ciudad de Cajamarca.

Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga. Prácticamente, todos los insectos son susceptibles a algunas de las enfermedades causadas por estos hongos. Se conocen aproximadamente 100 géneros y 700 especies de hongos entomopatógenos. Entre los más importantes están: *Metarhizium*, *Beauveria*, *Entomophthora*, *Paecilomyces* y *Verticillium*. *Verticillium* (= *Lecanicillium*) *lecanii* (Zimm.), se encuentra frecuentemente atacando áfidos y queresas en zonas tropicales y subtropicales. Además ha sido encontrados sobre insectos del orden Coleóptera, Díptera, Hymenóptera y sobre ácaros. Los insectos infectados por este hongo tienen una apariencia blanquecina (Monzón 2001).

Estos hongos son regularmente específicos y altamente patógenos a los insectos picadores chupadores, como es el caso de pulgones, queresas y moscas blancas; no causa daño a otros organismos, posee largo poder de residualidad en campo y no es dañino para el ambiente como los plaguicidas utilizados para el control de estas plagas.

Objetivo

Determinar el efecto de *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) y *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. sobre pulgones en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en Cajamarca.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades sobre el cultivo de *Medicago sativa* L. (alfalfa)

2.1.1 Taxonomía

Reino	:	Vegetal
División	:	Magnoliophita
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Fabales
Familia	:	Leguminosae
Subfamilia	:	Papilionoideae
Tribu	:	Trifolieae
Género	:	<i>Medicago</i>
Especie	:	<i>sativa</i>
Nombre Científico	:	<i>Medicago sativa</i> L.

(Rosado 2011).

2.1.2 Origen

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) tiene su área de origen en Asia Menor y sur del Cáucaso, abarcando países como Turquía, Irak, Irán, Siria, Afganistán y Pakistán. Los persas introdujeron la alfalfa en Grecia y de ahí paso a Italia en el siglo IV Antes de Cristo. La gran difusión del cultivo fue llevada a cabo por los árabes a través del norte de África, llegando a España donde se extendió a toda Europa (Amezquita 1998).

Muslera y Ratera (1991), indican que esta especie fue introducida a América del Sur en el siglo XVI, por los portugueses y españoles y en 1870 a Perú, México y Estados Unidos, por misioneros españoles.

2.1.3 Importancia

El nombre alfalfa es de origen árabe; etimológicamente significa "el mejor pasto". Su importancia se debe a la alta productividad, elevado tenor proteico, excelente valor biológico, riqueza en vitaminas como tiamina, cianina, riboflavina, ácido pantoténico y, fundamentalmente, caroteno, asociados a una elevada concentración de sales. Debe destacarse, también, la presencia de factores no identificados, de acción positiva en la nutrición animal, observados en experiencias comparativas de alimentación (Soriano 2003).

La alfalfa produce una cantidad doble, de proteína digestible que el trébol y unas cuatro veces mayor que el heno de trébol, o el ensilado de maíz. Rica en minerales y vitaminas. Este cultivo se puede asociar con gramíneas. Estas características hacen que el heno de alfalfa sea un componente valioso de las raciones para la mayor parte de los animales domésticos (Encinas 2016).

2.1.4 Fenología

Pombosa (2016), refiere las siguientes etapas fenológicas:

a. Etapa inicial

El periodo de duración de esta etapa es de 15 días en promedio dependiendo de la variedad y de las condiciones climáticas. Comprende las siguientes fases:

a.1 Germinación

Se logra de 6 a 7 días después de la siembra, previa a una imbibición de la semilla de 4 a 5 horas, es de germinación epígea.

a.2 Emergencia

Se da cuando la plúmula rompe la superficie del suelo para salir al exterior y empezar a desarrollarse, tomando como primer paso la aparición del primer par de hojas verdaderas quedando los cotiledones por encima del nivel del suelo.

b. Etapa de desarrollo

Tiene una duración promedio de 58 días. Para el caso de cultivares que recién se están estableciendo se desarrolla la fase de crecimiento vegetativo y botón floral, pero cuando ya se tiene establecido el cultivo se presenta adicional a ello la fase de brotación después de haberse realizado el corte del cultivo.

b.1 Brotación

El tiempo de brotación se considera cuando han transcurrido de 12 a 15 días desde el corte, o cuando los brotes tienen aproximadamente 15 a 20 cm de altura. El crecimiento viene de las yemas de la corona de la raíz y yemas axilares de los tallos antes cortados a no más de 5 cm.

b.2 Crecimiento vegetativo

El lapso de tiempo depende de los factores ambientales. Se inicia cuando los brotes empiezan su pleno crecimiento, tomando forma de tallos.

b.3 Botón floral

Cuando aparecen los primeros botones florales. En esta fase los brotes basales alcancen 5 cm de altura y las hojas inferiores empiezan a caer, indican que es el momento de realizar el corte de alfalfa para uso forrajero, lo que ocurre aproximadamente a los 35 días en época de lluvias y a los 55 días en época de sequía y heladas.

c. Etapa intermedia

c.1 Floración

Cuando aparece la primera flor, para uso forrajero se considera como máximo el 10 % de floración para el corte de la alfalfa.

d. Etapa final

d.1 Maduración

Si el propósito es la producción de semilla la madurez fisiológica se manifiesta por el oscurecimiento de las vainas.

2.1.5 Variedad Alabama - 101

Su densidad de siembra es de 20 a 30 kg/Ha, con un adecuado manejo llega a durar de 4 a 6 años, produce de 6 a 11 cortes/año según la zona, su potencial de producción con un buen manejo y fertilización va desde 18 - 30 toneladas/Ha/año, produce muy bien desde 0 hasta 2800 msnm, crece durante todo el año, especial desarrollo para regiones de Arequipa, Huancayo, Cuzco, Cajamarca y áreas de similar clima, asegura rápido crecimiento, es de naturaleza frondosa con fuertes raíces y es resistente a nemátodos, *Fusarium*, Mildiú, viruela, *Phytophthora* y otras plagas y enfermedades (Alabama 2017).

2.2 Pulgones en el cultivo de *Medicago sativa* L. (alfalfa)

2.2.1 *Macrosiphum* sp. (Pulgón grande)

Grandes áfidos de color rosa o verde en forma de huso, con patas y antenas largas, este último generalmente más largo que el cuerpo. Sifúnculos son largos, apretados y no hinchados, con una zona de reticulaciones poligonales regulares que cubren cerca del final del sifúnculo. La cauda es siempre pálida y muy alargado (Influenzialpoints 2017).

Es un áfido de gran tamaño (entre 3 y 4 mm de largo) con una forma muy estilizada y color generalmente verde, aunque pueden aparecer individuos rosáceos. Las hembras ápteras adultas se caracterizan por sus tubérculos antenales marcadamente divergentes, sus largas antenas, su cauda larga y del mismo color que el cuerpo; estos mismos caracteres pueden observarse en las ninfas, pero están mucho menos marcados. Las hembras aladas son también de color verde, pero su tórax es ligeramente más claro (Salvador 2015).

Distancia entre espiráculos abdominales I y II muy corta (menos de la mitad de la distancia entre los espiráculos abdominales II y III); antena generalmente más larga que el cuerpo; sifúnculos reticulado distalmente y basitarso siempre con tres setas (Simbaqueba 2014).

2.2.2 *Therioaphis trifolii* Monnell (Pulgón manchado de la alfalfa)

Es interesante destacar que, de acuerdo con especialistas norteamericanos, la especie de pulgón moteado que ataca a la alfalfa en EE.UU. es *Therioaphis maculata*, dado que *T. trifolii* no puede multiplicarse en alfalfa y sólo lo hace en tréboles. Por el contrario, investigadores de Europa y Australia país en que el pulgón manchado se difundió a partir de 1977 sostienen que ambas formas corresponden a una misma especie. Incluso hay autores que identifican a este insecto como *Therioaphis trifolii* (f. *maculata*). El pulgón manchado es más pequeño que las otras especies y tiene coloración amarillento verdosa clara. En el dorso presenta varias hileras de manchas castañas oscuras, con uno o varios pelos cortos en cada una, característica que requiere de una lupa para poder ser observada. Los sifones son ligeramente oscuros y las antenas tienen el mismo largo y coloración del cuerpo (Basigalup 2007).

El tamaño de los adultos varía entre 2 y 2,2 mm, son de coloración amarillenta pálida con 6 hileras de manchas castañas oscuras en la parte dorsal del abdomen. Las dos hileras centrales presentan dos pelos por mancha y las laterales sólo uno. Las antenas son del mismo largo que el cuerpo y las patas son negruzcas. Cuando presentan alas, éstas tienen nervaduras bien marcadas (Imwinkelried *et al.* 2013).

Los adultos generalmente se localizan en la parte baja de la planta y en el reverso de las hojas de la alfalfa. Las hojas afectadas se vuelven de color amarillo y se desprenden, por lo que las plantas jóvenes pueden morir cuando son infectadas. Las plantas adultas son menos afectadas, pero retrasan su desarrollo y pueden sufrir severas defoliaciones. Otro problema asociado a este insecto, es la secreción que produce, la cual sirve como alimento a un hongo negro que merma la calidad del forraje producido en lotes afectados (INIA 2016).

2.2.3. *Aphis fabae* L. (Pulgón negro de las habas)

Afecta a numerosos cultivos, siendo su principal huésped las plantas de habas, de ahí el nombre con el que se le conoce comúnmente. Las hembras ápteras tienen forma ovalada con una longitud de 1,5 a 2,5 mm, mientras que las aladas poseen alas transparentes y membranosas. Son de color negro grisáceo, con el abdomen normalmente de color verde oscuro, en el que destacan algunas manchas claras. Las antenas son más cortas que la longitud de su cuerpo y sus patas son oscuras. Tiene sifones oscuros, bastante anchos en la base, la cauda es corta, triangular y oscura (Hortoinfo 2017).

Sus cornículos (sifones) son imbricados, estrechándose hacia el ápice, la cauda es estrecha y constituida en la parte media. La cauda presenta 6 pares de setas laterales y 1 dorsal pre apical. Presenta setas cortas y puntiagudas en el cuerpo y antenas. Los segmentos antenales III, IV y la base del V segmento son pálidos (Torres 2015).

2.3 Hongos entomopatógenos

Acosta (2006), resalta la importancia del estudio de hongos entomopatógenos potencialmente útiles para el control biológico de plagas agrícolas, de jardines y vectores de los agentes causantes de enfermedades. Esto debido a la posibilidad de limitar el uso de plaguicidas con el uso de estos hongos y así atenuar sus efectos adversos como contaminantes del ambiente, favoreciendo de esta manera el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas terrestres y la conservación de los recursos naturales.

Los hongos entomopatógenos, tienen las siguientes ventajas para ser utilizados en programas de control microbiano de insectos: alta especificidad, dispersión natural, posibilidad de cultivo in vitro manteniendo la patogenicidad, inocuidad para vertebrados y la posibilidad de provocar un control permanente una vez establecidos en el ambiente. Asimismo, otra ventaja importante que presentan estos patógenos es que la infección generalmente se produce por contacto, a través del tegumento de los insectos, no necesitando ser ingeridos por los mismos (Guadalupe 2014).

Según Felipe (2016), el desarrollo de estas epizootias se ve facilitado por una serie de características morfológicas (cuerpo blando y tamaño pequeño) y biológicas (ciclo de vida corto, a menudo partenogenéticos, vivíparos, las formas ápteras y aladas del adulto) propias de los pulgones que favorecen la transmisión de los hongos entre los individuos de una población y el medio donde habitan.

2.3.1 Mecanismo de acción

En forma general los hongos presentan las siguientes fases de desarrollo sobre los hospederos: germinación, formación de apresorios y estructuras de penetración, colonización y reproducción del patógeno. El inóculo o unidad infectiva está constituida por las estructuras de reproducción sexual y asexual, es decir las esporas y conidias (Monzón 2001).

a. Adhesión y germinación de la espora en la cutícula del insecto

El inicio de la infección (patogenicidad) se realiza por germinación de las esporas del hongo sobre el tegumento del insecto plaga. La dispersión de las esporas se realiza por contaminación ambiental a través del viento, suelo, la lluvia e incluso insectos enfermos al entrar en contacto con otros sanos (Gonzales *et al.* 2012).

Las características físicas y químicas de las superficies de la cutícula del insecto y la espora son las responsables de esta unión, algunas glicoproteínas pueden servir como un receptor específico para las esporas. Luego se produce un tubo germinativo y un apresorio, con éste se fija en la cutícula y con el tubo germinativo o haustorio (hifa) se da la penetración al cuerpo del insecto (Monzón 2001).

b. Penetración del entomopatógeno

Aquí participa un mecanismo físico y uno químico, el primero consiste en la presión ejercida por la estructura de penetración, la cual rompe las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula. El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente por proteasas, lipasas y quitinasas, las cuales causan descomposición del tejido en la zona de penetración, lo que facilita el proceso (Monzón 2001).

Los tejidos hipodermales son destruidos y los hongos se multiplican en el hemocele causando una reducción del número de las células de éste, pasando de un pH ácido a casi neutro y un aumento de la viscosidad (Acosta 2006).

c. Desarrollo del hongo que resulta en la muerte del insecto

Después de la fase anterior se inicia el proceso de colonización, en el cual la hifa engrosa y se ramifica dentro del insecto. A partir de ese momento se forman pequeñas colonias del hongo y otros cuerpos hifales (blastosporas), no ocurre crecimiento hifal mientras no haya muerto el insecto. Otra forma mediante la cual el hongo puede causar la muerte del insecto, es mediante la producción de toxinas; como las destruxinas (demetildestruxina y protodestruxina) ya que su modo de acción también inhibe la síntesis de ADN, ARN y proteínas en las células de los insectos; provocando que los individuos enfermos no se alimenten, presentando debilidad, desorientación y cambiar de color, presentando manchas oscuras sobre el tegumento, que corresponden con las esporas germinadas del hongo produciendo la muerte del insecto terminando el desarrollo parasítico del hongo y empieza la fase saprofitica: el hongo crece en el hemocele formando masas miceliales que salen al exterior por las aberturas naturales: espiráculos, boca y ano (Gonzales *et al.* 2012).

2.3.2 Estabilidad y persistencia en el ambiente

Los hongos entomopatógenos son de acción lenta, dependen generalmente de las condiciones ambientales de temperatura y de elevada humedad relativa, para que su desarrollo y acción patógena sea la adecuada (Giraldo 2009). La temperatura y la humedad son los factores de mayor influencia; siendo la temperatura óptima entre 20 y 30 °C (Acosta 2006). Según Martínez (2010), menciona que el rango de temperatura óptima para el crecimiento y esporulación de los hongos entomopatógenos se encuentra entre 25 y 30°C y la humedad relativa óptima es del 94%. Generalmente tardan una semana como mínimo en eliminar a la víctima o al menos en que esta deje de alimentarse (Giraldo 2009).

2.3.3 *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill.

a. Taxonomía

Phyllum	:	Ascomycota
División	:	Deuteromycota
Clase	:	Hyphomycetes
Orden	:	Moniliales
Familia	:	Moniliaceae
Género	:	<i>Beauveria</i>
Especie	:	<i>bassiana</i>
Nombre Científico	:	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals) Vuill.

(Alexopoulos, citado por Acosta 2006).

El género *Beauveria* está compuesto por varias especies: *B. bassiana*, *B. brongniartii* o *B. tenella*, *B. amorpha*, *B. velata*; sin embargo, las más frecuentemente estudiadas son *B. bassiana* (Bálsamo) Vuillemin y *B. brongniartii*. El género se caracteriza por presentar un micelio blanco, conidióforos sencillos, 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 (Alean 2003).

Producen la enfermedad de la muscardina blanca, este término fue empleado por biólogos franceses para describir un número de enfermedades fúngicas que transforman algunos insectos en momias blancas con un aspecto similar al algodón; el hongo responsable de causar dicha enfermedad es *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill (Acosta 2006).

Su infección inicia con la adhesión de las esporas sobre su integumento; éstas germinan y penetran mediante un proceso físico y químico que involucra la producción de enzimas, posteriormente, el hongo invade la cavidad hemocélica del insecto y ocasiona su muerte debido a deficiencias nutricionales, destrucción de los tejidos y por la liberación de toxinas. Una vez el hongo ha crecido dentro del insecto sale de él a través de los tejidos destruidos y lo cubre con estructuras miceliales. Finalmente, bajo condiciones ambientales adecuadas de humedad y temperatura ocurre la conidiogénesis (Cárdenas *et al.* 2007).

Actualmente *Beauveria bassiana* es uno de los hongos entomopatógenos con mayor respaldo de investigación, ya que son utilizados para una gran gama de insectos terrestres por su amplia distribución geográfica, rango de hospederos y su excepcional habilidad para germinar aún en humedades relativamente bajas (Briones 2011).

b. Antecedentes

En laboratorio y el campo se evaluó la mortalidad de la broca del café, causada por siete cepas del hongo *Beauveria bassiana*, una mezcla de cepas de alta virulencia y otra de cepas de baja virulencia. En el laboratorio se estimó el porcentaje de mortalidad del insecto, infectando brocas con suspensiones del hongo de 1×10^6 esporas/ml. En el campo se emplearon parcelas de 25 árboles con diez repeticiones, distribuidas bajo un diseño completamente aleatorio. Por parcela se seleccionó un árbol y de éste una rama con 50 frutos, sobre las cuales se realizaron infestaciones artificiales del insecto. Después de 24 h, las ramas infestadas se asperjaron empleando una dosis de 2×10^7 esporas/ rama de cada tratamiento. Después de 30 días, se evaluó la mortalidad de los insectos mediante la disección de los frutos. En el laboratorio la mayor mortalidad se obtuvo con la mezcla de cepas de baja virulencia (100 %) y la menor, con la cepa de alta virulencia (53,3 %). En el cafetal se registró la mayor mortalidad con la mezcla de cepas de baja virulencia (66,6 %) y la menor con la cepa de alta virulencia (53,1 %), entre las cuales hubo diferencias estadísticas, pero no con el resto de los tratamientos. En este experimento el promedio de la humedad relativa en el campo estuvo alrededor del 84% y la temperatura en 22°C. Se concluye que con la mezcla de cepas de baja virulencia se obtienen mayores porcentajes de mortalidad mientras que la mezcla de cepas de alta virulencia se comportó de una manera diferente en el campo, lo cual implica interacciones desconocidas con el medio ambiente; ya que las condiciones de laboratorio son óptimas para el desarrollo del hongo y del proceso de infección, mientras que en el campo existen variaciones microclimáticas, como la humedad relativa y la temperatura, que pueden afectar la viabilidad y la persistencia del hongo y disminuir su eficacia sobre el insecto, lo cual explicaría la reducción observada en los porcentajes de mortalidad en el campo, inferior al 100 % (Cárdenas *et al.* 2007).

Hernández *et al.* (2007), mencionan que en México *B. bassiana* a una concentración de 1×10^7 conidias/ ml, originó 96 % de mortalidad en pulgón café de

los cítricos (*Toxoptera citricida*), después de 7 días de la aspersión; a una temperatura promedio de 29 °C y humedad relativa de 96 % (condiciones de campo).

En México, se han desarrollado investigaciones sobre la utilización de *Beauveria bassiana*. Dichas investigaciones informan sobre resultados en donde se han alcanzado efectividades biológicas superiores al 90 % en algunas especies de *Atta*, bajo ciertos parámetros y condiciones. Después de 30 días de la aplicación, *Beauveria bassiana* a una concentración de 2.5×10^{12} conidias/ litro, logró reducir hasta el 3,42 % la población de zompopos; a una temperatura de 25 ° C y humedad relativa promedio de 80 % (Hernández 2016).

En el control de plagas de hortalizas se usó *Beauveria bassiana* 1.2×10^{12} esporas/ ha, causando mortalidades superiores al 80% en diferentes plagas, entre ellas el pulgón de la col *Brevycorine brassicae*. (García y Gonzales 2010).

Beauveria bassiana ha sido estudiada durante más de 100 años y no se conoce de ningún efecto tóxico sobre animales domésticos ni silvestres, aves y peces, con la excepción de su acción patogénica contra los insectos. Su impacto contribuye a la disminución de las plagas. El entorno no se ve afectado debido a que no daña el medio ambiente. No es tóxico para los animales de sangre caliente. Puede cosecharse los productos agrícolas inmediatamente después de aplicado el medio biológico (Hernández 2016).

2.3.4 *Lecanicillium lecanii* (Zimm)

a. Taxonomía

Phyllum	:	Ascomycota
División	:	Deuteromycota
Clase	:	Hyphomycetes
Orden	:	Moniliales
Familia	:	Moniliaceae
Género	:	<i>Lecanicillium</i> (= <i>Verticillium</i>)
Especie	:	<i>lecanii</i>
Nombre Científico	:	<i>Lecanicillium</i> (= <i>Verticillium</i>) <i>lecanii</i> (Zimm)

(Alexopoulos, citado por Acosta 2006).

En el año de 1898, en la isla de Java Zimmerman descubrió el hongo denominado *Cephalosporium lecanii*; sin embargo, en el año de 1939 el mismo hongo fue reportado como *Verticillium lecanii* por Viegas, quien se refirió al característico “halo blanco” debido al micelio blanco formado por éste sobre el insecto *Coccus viridis* (Argueta 2011).

Este hongo se encuentra frecuentemente atacando áfidos y escamas en zonas tropicales y subtropicales. Además ha sido encontrado sobre insectos del orden Coleóptera, Díptera, Hymenóptera y sobre ácaros. Los insectos infectados por este hongo tienen una apariencia blanquecina (Monzón 2001).

Este entomopatógeno produce epizootias solo en climas tropicales o en invernaderos donde se puede regular las condiciones ambientales; por lo que se recomienda su utilización en alta humedad para causar infección y esporular. Se recomienda el uso de este hongo en programas de control integrado de plagas en cultivos bajo invernadero en los cuales se puede proporcionar las condiciones adecuadas para ser efectivo (Acosta 2006).

La patogenicidad de *Lecanicillium lecanii* puede sufrir variaciones debido a las condiciones ambientales, pues en experimentos de campo se observó que la falta de precipitaciones se considera insuficiente para el desarrollo del hongo sobre los áfidos y por consiguiente la epizootia no se dispersó adecuadamente; la acción del hongo se podría mejorar incrementando la humedad mediante la aplicación diaria de riego (Hussey 1985).

b. Antecedentes

Este hongo de preferencia tropical ataca a los áfidos, fue encontrado en Xochimilco (D.F.) (2200 m de altitud) sobre *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (pulgón verde del maíz) en agosto durante fuertes lluvias (Remaudière y Lagté 1985).

En Colombia se ha reportado esta especie en cultivos de café atacados por *Coccus viridis*, controlando completamente la población de escama, en las zonas templadas, al igual que se observa un alto porcentaje de control en *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Bophylus microplus*, *A. fabae* y mosca blanca (Acosta 2006).

Verticillium sp. se ha encontrado, parasitando insectos y royas; es un habitante común del suelo, donde sobrevive saprofiticamente en restos de plantas y otros tipos de materia en descomposición. No obstante se ha señalado principalmente como un hongo entomopatógeno muy importante para controlar plagas de cultivos, tales como áfidos y escamas y se han observado epizootias en las regiones tropicales y subtropicales, así también lo reportan como parásito de la mosca blanca, también se reporta que se encontró en Nueva Guinea en escamas de cóccidios del café (Argueta 2011).

Rosalba *et al.* (1990), afirman que en el cultivo de crisantemo se realizó una investigación sobre *Myzus persicae* aplicando *Lecanicillium lecanii* a una concentración de 1×10^8 conidias/ ml provocando un porcentaje de mortalidad de 76 %, bajo condiciones ambientales de invernadero (temperatura de 16 ° C y humedad relativa de 79 %)

De acuerdo a Cavallazzi *et al.* (1998), es posible afirmar que el control de la queresá (*Philephedra tuberculosa* Nakahara & Gill) en guanábana (*Anona muricata* L.) mediante el uso del hongo *Verticillium lecanii* a una concentración de $1,8 \times 10^7$ conidias/ ml es bastante eficaz bajo condiciones promedio de 25° C de temperatura y una humedad de 87 %, ya que no sólo produce alto porcentaje de mortalidad (superior al 69,89 %), sino que también actúa en todas las etapas del ciclo de vida del insecto, lo cual representa muchas ventajas para el agricultor a la hora de manejar las poblaciones.

2.4 CICLÓN EC (50% Dimetoato)

N° de Registro	111-96-AG-SENASA
Descripción	Insecticida organofosforado de acción sistémica y de contacto; principalmente actúa sobre insectos picadores y chupadores como mosca minadora, pulgones, queresas, etc.
Empresa Comercializadora	FARMAGRO S.A.
Composición	Dimetoato
Concentración	50 %
Formulación	Concentrado emulsionable (EC)
Grupo Químico	Organofosforados
Modo de acción	CICLÓN actúa de forma sistémica por contacto e ingestión.
Mecanismo de acción	CICLÓN inhibe la acción de la colinesterasa a nivel del sistema nervioso produciendo acumulación de la enzima acetil-colina, causando la muerte del insecto por cansancio muscular.
Condiciones de aplicación	Se recomienda realizar la aplicación de CICLÓN cuando la infestación se encuentra dentro del nivel de daño económico. Se puede repetir la aplicación después de 7 a 10 días dependiendo del nivel de infestación. Solo aplicar 2 veces por campaña.
Compatibilidad	CICLÓN es compatible con la mayoría de agroquímicos de uso común, excepto con los de reacción alcalina y formulaciones a base de azufre y cobre. Sin embargo, se recomienda hacer una prueba de compatibilidad previa.
Reingreso a un área tratada	No ingresar a las áreas tratadas hasta 24 horas después de la aplicación.
Fitotoxicidad	CICLÓN no es fitotóxico siguiendo las recomendaciones de la etiqueta.
Categoría toxicológica	Moderadamente peligroso

Fuente: FARMAGRO 2017

2.4.1 Antecedente

Beltran *et al.* (2006), realizaron estudios sobre la eficacia de insecticidas foliares encontrando que se muestra una eficacia de 60 – 70 % en el control del pulgón *Aphis gossypii* en algodón al usarse Dimetoato EC 50 % a una dosis de 350 cc/ha, este bajo control se le atribuye a las diferencias en la susceptibilidad de los pulgones, ocasionada por factores inherentes a ellos y ambientales (temperatura, fotoperiodo, hospedante).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La presente investigación se realizó en el Servicio Silvo Agropecuario (SESA) de la Universidad Nacional de Cajamarca, distrito, provincia y departamento de Cajamarca, situado a 3,5 km de la ciudad de Cajamarca, a 2650 msnm. Geográficamente se localiza a 7° 10' latitud sur, 78° 30' longitud este, presenta una temperatura promedio anual de 15,6 °C, humedad relativa anual de 65 % y una precipitación promedio anual de 650 mm/año (SENAMHI 2016).

3.2 Materiales

3.2.1 Biológico

- Cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Alabama.
- Conidias de *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* (Zimm.).
- Conidias de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill.
- Pulgones en sus diferentes estados de desarrollo.

3.2.2 Otros materiales

a. Material de campo

- Aceite de uso agrícola "Pantera Oil" EC (90% de aceite de origen vegetal y 10% de aditivos).
- Bandeja de cartón de 35 cm x 25 cm
- Bomba manual de pulverización
- Cámara digital.
- Cordeles.
- Equipo de protección personal.
- Estacas.
- Etiquetas.
- Frascos para recolección de muestras.
- Insecticida agrícola CICLÓN 50 EC (50% Dimetoato)

- Lapiceros.
- Libreta de campo.
- Lupa entomológica 20X.
- PH-metro.
- Wincha.

b. Material empleado en el laboratorio

- Alcohol etílico al 70 %.
- Algodón.
- Balanza de precisión.
- Claves taxonómicas de áfidos: Voegtlin *et al* (2003), Holman *et al* (1993), Simbaqueba *et al* (2014) y Aguilera (1990).
- Estereoscopio.
- Estiletes.
- Franela.
- Placas petri.

3.3 Metodología

Se realizó la aplicación de los entomopatógenos e insecticida, tomando en consideración los tratamientos establecidos.

3.3.1 Entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Lecanicillum lecanii*)

a. Cálculo de dosis

$$\text{Concentración} = 1 \times 10^{10} \text{ conidias/ g de producto}$$

a.1 Dosis baja (2 bolsas): 5,12 g/ 640 ml

$$1600 \text{ g} \text{ ----- } 200 \text{ litros}$$

$$X \text{ ----- } 0,64 \text{ litros}$$

$$X = 5,12 \text{ g/ } 0,64 \text{ litros}$$

$$X = 8 \text{ g/L}$$

a.2 Dosis alta (4 bolsas): 10,24 g/ 640 ml

$$\begin{array}{l} 3200 \text{ g} \text{ ----- } 200 \text{ litros} \\ X \text{ ----- } 0,64 \text{ litros} \end{array}$$

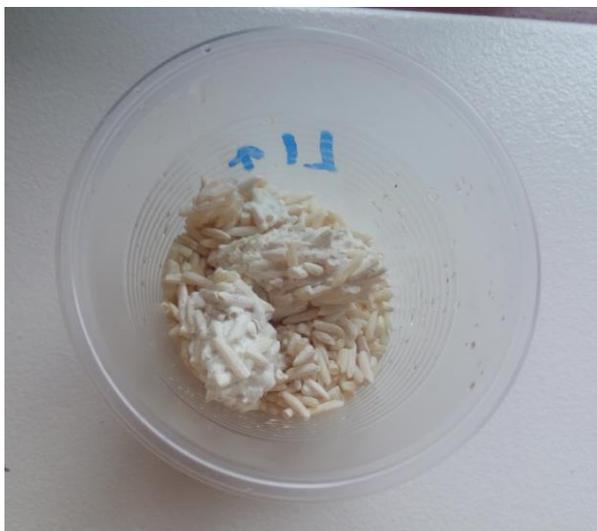
$$X = 10,24 \text{ g/ } 0,64 \text{ litros}$$

$$X = 16 \text{ g/ L}$$

b. Preparación

Fue realizada tomando en consideración las recomendaciones brindadas por el SENASA.

b.1 Emplear 2 a 4 bolsas de entomopatógeno por cada 200 litros de agua en 0.5 ha., para la investigación se utilizó 5,12 g/ 0,64 litros/ 16 m² para una concentración de 8 x 10¹⁰ conidias/ litro y 10,24 g/ 0,64 litros/ 16 m² para una concentración de 16 x 10¹⁰ conidias/ litro.



b.2 Para 1 bolsa de 800 g de producto comercial de entomopatógeno se requiere mezclar con 100 ml de aceite agrícola vegetal para encapsular las conidias del hongo, protegiéndolas de la desecación. Por lo que se añadió 0,64 ml de aceite agrícola para una concentración de 8 x 10¹⁰ conidias/ litro y 1,28 ml para una concentración de 16 x 10¹⁰ conidias/ litro.



b.3 Utilizar agua potable, de río o de pozo verificando el pH del agua que no debe ser mayor a 6,5 debido a que las aguas con pH alcalino inhiben el desarrollo de los microorganismos. Por lo que para 1 bolsa de 800 g de producto comercial de entomopatógeno se requiere de 2,5 litros de agua para poder apartar las esporas del arroz. Añadiéndose 16 ml de agua para una concentración de 8×10^{10} conidias y 32 ml para una concentración de 16×10^{10} conidias.



b.4 Mezclar y frotar bien para lograr separar las esporas del arroz.



b.5 Filtrar la mezcla a través de un colador para obtener el “caldo de entomopatígeno”.



b.6 Dejar reposar para lograr la hidratación de las esporas del hongo (6 horas como mínimo y 16 horas como máximo) a temperatura de ambiente y en un lugar sombreado.



b.7 Agitar y mezclar el “caldo de entomopatógeno” con el solvente universal (640 ml/tratamiento), colocar en el equipo de aspersión.



b.8 Realizar la pulverización en el campo de cultivo. La aplicación de los hongos entomopatógenos debe dirigirse en los lugares donde se encuentran los insectos y realizarse por la mañana o por la tarde cuando la radiación y el viento no son muy

fuertes. SENASA recomienda realizar de 3 a 4 aplicaciones, determinando los intervalos de aplicación de acuerdo con las evaluaciones, así como a la biología de la plaga a tratar. En el caso de pulgones se recomienda la segunda aplicación a los 5 días después de la primera aplicación y las posteriores a los 7 y 15 días de acuerdo a las evaluaciones.



3.3.2 Insecticida CICLÓN EC (50 % Dimetoato)

a. Cálculo de dosis (0,1 %)

Recomendación = 100 ml para 100 litros de agua

Prueba en blanco = 0,7 litros/tratamiento

100 ml ----- 100 litros

X ----- 0,7 litros

X = 0,7 ml de insecticida/0,7 litros de agua

3.3.3 Tratamientos en estudio

La presente investigación fue realizada tomando en consideración los siguientes tratamientos:

Tratamiento	Entomopatógeno/Insecticida	Dosis	Concentración de conidias en solución	Dosis/Litro
T ₀	Ninguno	-	-	-
T ₁	<i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm)	1,6 Kg/ Cil	8 x 10 ¹⁰	8,0 g
T ₂	<i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm)	3,2 Kg/ Cil	16 x 10 ¹⁰	16,0 g
T ₃	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals)	1,6 Kg/ Cil	8 x 10 ¹⁰	8,0 g
T ₄	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals)	3,2 Kg/ Cil	16 x 10 ¹⁰	16,0 g
T ₅	CICLÓN EC (50% Dimetoato)	100ml/ 100 L (0,1 %)	-	1ml

a. Características del campo experimental

Bloque

Número	:	3
Largo	:	26,00 m
Ancho	:	4,00 m
Área	:	104,00 m ²
Nº de parcelas por bloque	:	6
Separación entre bloques	:	0,50 m
Separación entre tratamientos	:	0,40 m

Parcela

Número	:	18
Largo	:	4,00 m
Ancho	:	4,00 m
Área	:	16,00 m ²

Área

Neta	:	288,00 m ²
Total	:	338,00 m ²

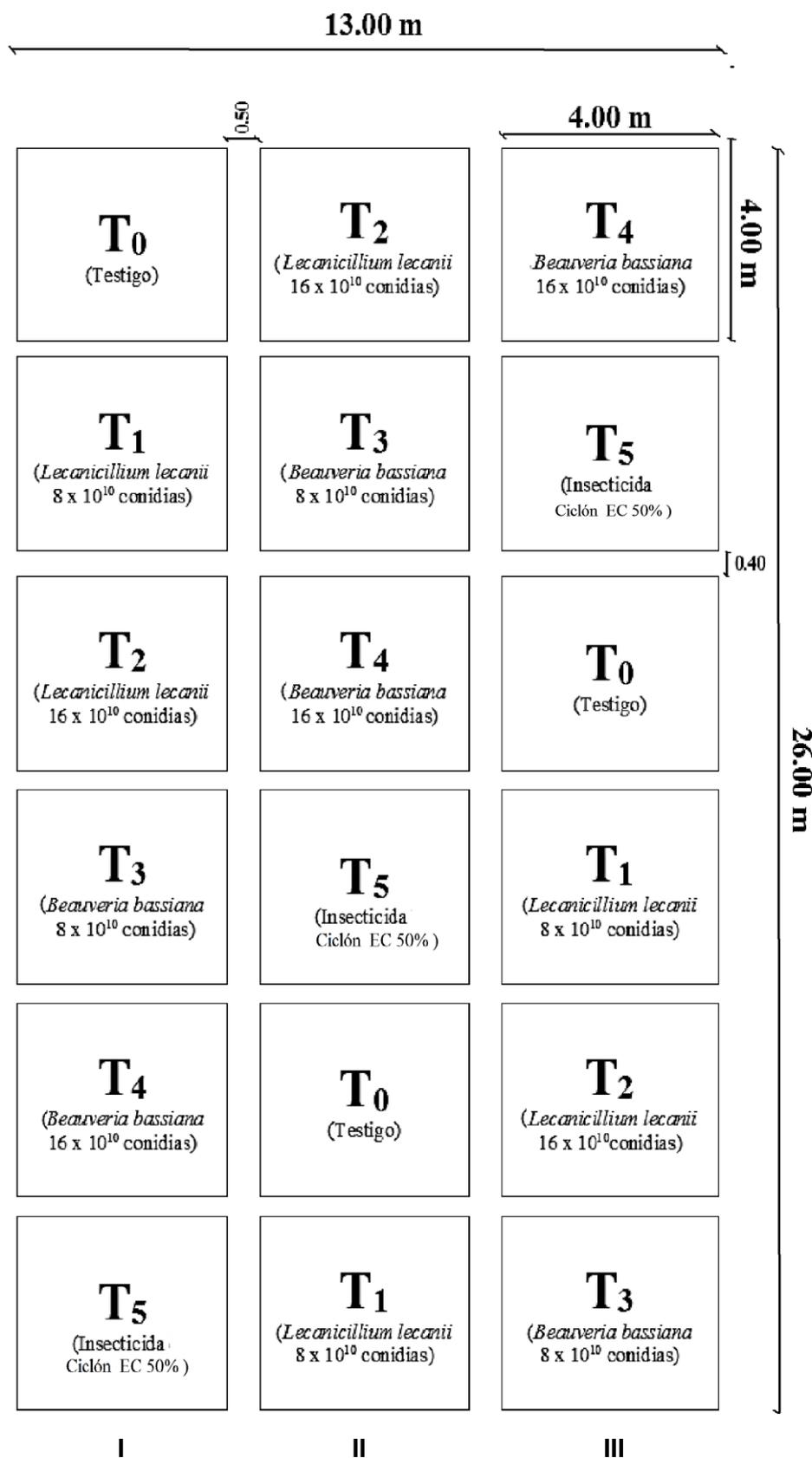


Figura 1. Diseño del campo experimental y distribución de los tratamientos

3.3.4 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño en Bloque Completamente al Azar (DBCA), para el análisis de varianza y para determinar las diferencias entre los tratamientos la prueba de Duncan.

a. Modelo matemático

$$y_{ij} = u + \beta_j + T_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}	:	Observación de i - ecima tratamiento y del j - ecima bloque.
U	:	Media general o efecto medio verdadero.
B_j	:	Efecto verdadero del j - ecima bloque.
T_i	:	Efecto verdadero del i - ecima tratamiento.
E_{ij}	:	Error experimental.

3.3.5 Evaluaciones

a. Densidad poblacional de áfidos o pulgones

Se realizaron evaluaciones un día antes de cada aplicación, se evaluaron 5 matas por parcela, 15 por tratamiento; evitando aquellas que se encontraban en los bordes, haciendo un total de 90 unidades muestrales. Se determinó la presencia de pulgones, para luego sacudir las plantas sobre una bandeja de 35 cm de largo por 25 cm de ancho, posteriormente se realizó el conteo de los individuos tomando en cuenta la siguiente escala de evaluación:

Grado	Descripción
1	No existen pulgones
2	1 - 5 pulgones
3	6 - 10 pulgones
4	11 - 25 pulgones
5	26 - 50 pulgones, presencia de ligera fumagina y ligero encarrujamiento de hojas.
6	Más de 50 pulgones, evidente presencia de melaza y fumagina y de regular a fuerte encarrujamiento de hojas.

Fuente: Vergara (2004).

Los pulgones en los estados de desarrollo de ninfas y adultos ubicados sobre las plantas (matas), fueron colectados y luego colocados en frascos de vidrio con alcohol al 70 %, para realizar su respectiva identificación taxonómica.

3.7 Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANVA) y una prueba de rango múltiple de Duncan al 5 %. Y para determinar la mortalidad se utilizó la fórmula de Abbott (1925):

$$\% \text{ mortalidad} = \left[\frac{X - Y}{X} \right] \times 100$$

Donde:

X = n° de individuos vivos antes del control

Y = n° de individuos vivos después del control

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 *Lecanicillium lecanii*

4.1.1 Tratamiento 1 (T₁): 8 x 10¹⁰ conidias

Tabla 1. Densidad poblacional y porcentaje de pulgones vivos por mata en T₁ = *Lecanicillium lecanii* 8 x 10¹⁰ conidias

Evaluación	<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>
1	8,50 (100 %)	55,17 (100 %)	0,50 (100 %)
2	11,33 (133,29 %)	26,17 (47,44 %)	0,67 (134 %)
3	7,50 (88,24 %)	16,67 (30,22 %)	1,00 (200 %)
4	8,50 (100 %)	8,33 (15,01 %)	2,17 (434 %)
5	2,67 (31,41 %)	4,67 (8,46 %)	1,67 (334 %)

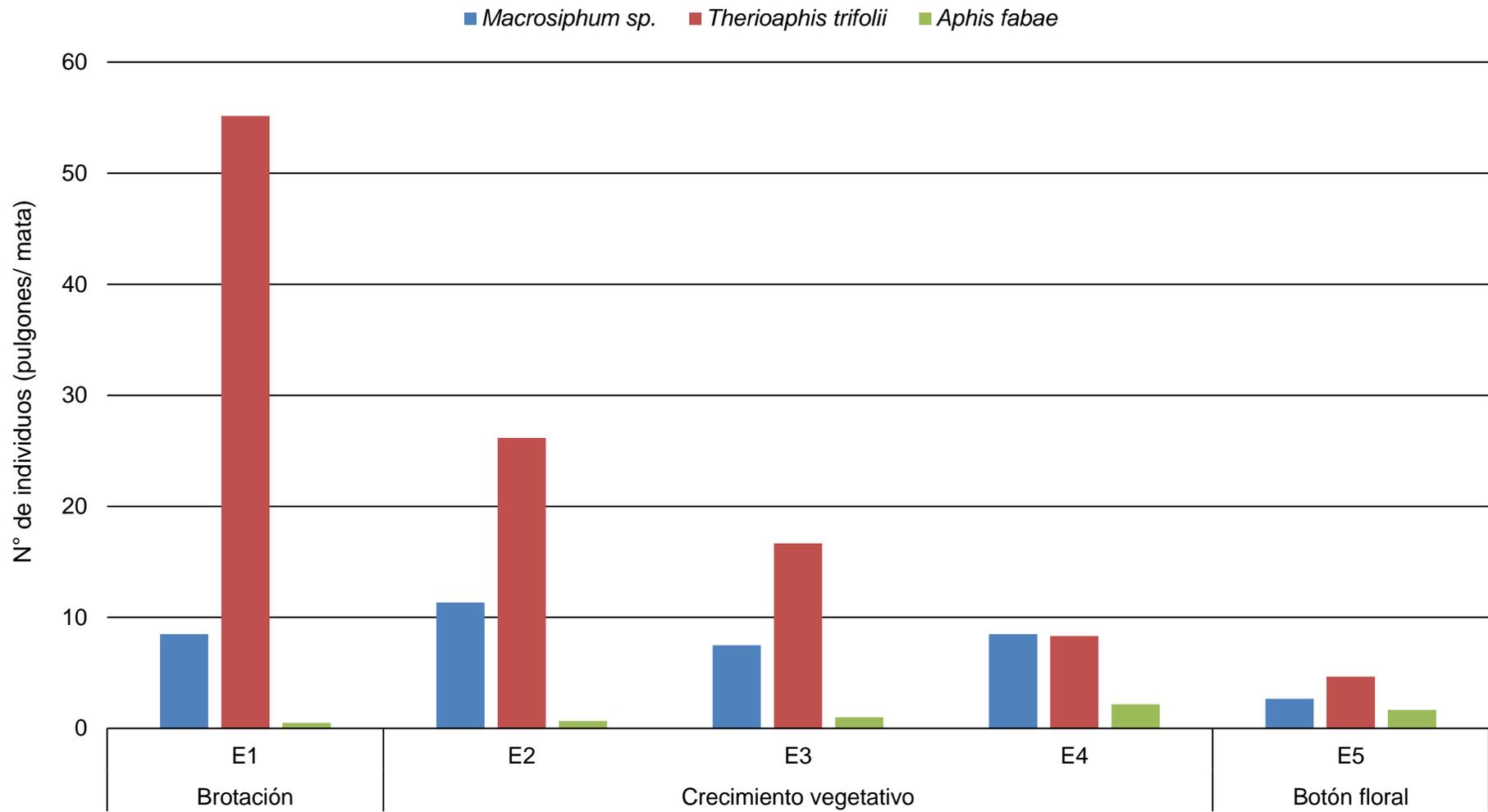


Figura 2. Efecto de *Lecanicillium lecanii* ($T_1 = 8 \times 10^{10}$ conidias/L) sobre la densidad poblacional de pulgones

En la primera evaluación realizada, se determinó la presencia de 9 individuos (Grado 3) de *Macrosiphum* sp., 55 individuos (Grado 6) de *Therioaphis trifolii* y 1 individuo (Grado 2) de *Aphis fabae*, durante la etapa fenológica de brotación (15 días después del corte), tal como lo muestra la Tabla 1.

En la Figura 2, se observa que después de las cuatro (04) aplicaciones del entomopatógeno, en la etapa fenológica de botón floral (50 días después del corte), se registró un porcentaje de mortalidad de 68,59 % en la densidad poblacional de *Macrosiphum* sp., sin embargo a inicios de la etapa fenológica de crecimiento vegetativo su densidad poblacional se incrementó en 33,29 %, esto pudo estar relacionado a la disminución de la temperatura de 13,82 °C a 11,55 °C, la humedad de 72,53 % a 58,31 % y la precipitación de 1,81 mm a 0,27 mm.

En la densidad poblacional de *Therioaphis trifolii*, se registró un porcentaje de mortalidad de 91,54 % y la densidad poblacional de *Aphis fabae* fue incrementándose hasta la etapa fenológica de botón floral, en 234 % de su población inicial; sin embargo a finales de la etapa fenológica de crecimiento vegetativo su densidad poblacional se incrementó, pues en la cuarta evaluación se registró un aumento en 334 %, lo que pudo estar relacionado a una disminución de la temperatura de 14,41 °C a 11,11 °C y una baja de la humedad de 67,58 % a 58,73 %.

4.1.2 Tratamiento 2 (T₂): 16 x 10¹⁰ conidias

Tabla 2. Densidad poblacional y porcentaje de pulgones vivos por mata en T₂ = *Lecanicillum lecanii* 16 x 10¹⁰ conidias

Evaluación	<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>
1	9,83 (100 %)	24,33 (100 %)	1,17 (100 %)
2	19,17 (195,02 %)	34,17 (140,44 %)	1,83 (156,41 %)
3	8,33 (84,74 %)	15,50 (63,71 %)	2,33 (199,15 %)
4	10,83 (110,17 %)	8,50 (34,94 %)	2,83 (241, 88 %)
5	4,17 (42,42 %)	4,33 (17,80 %)	0,83 (70,94 %)

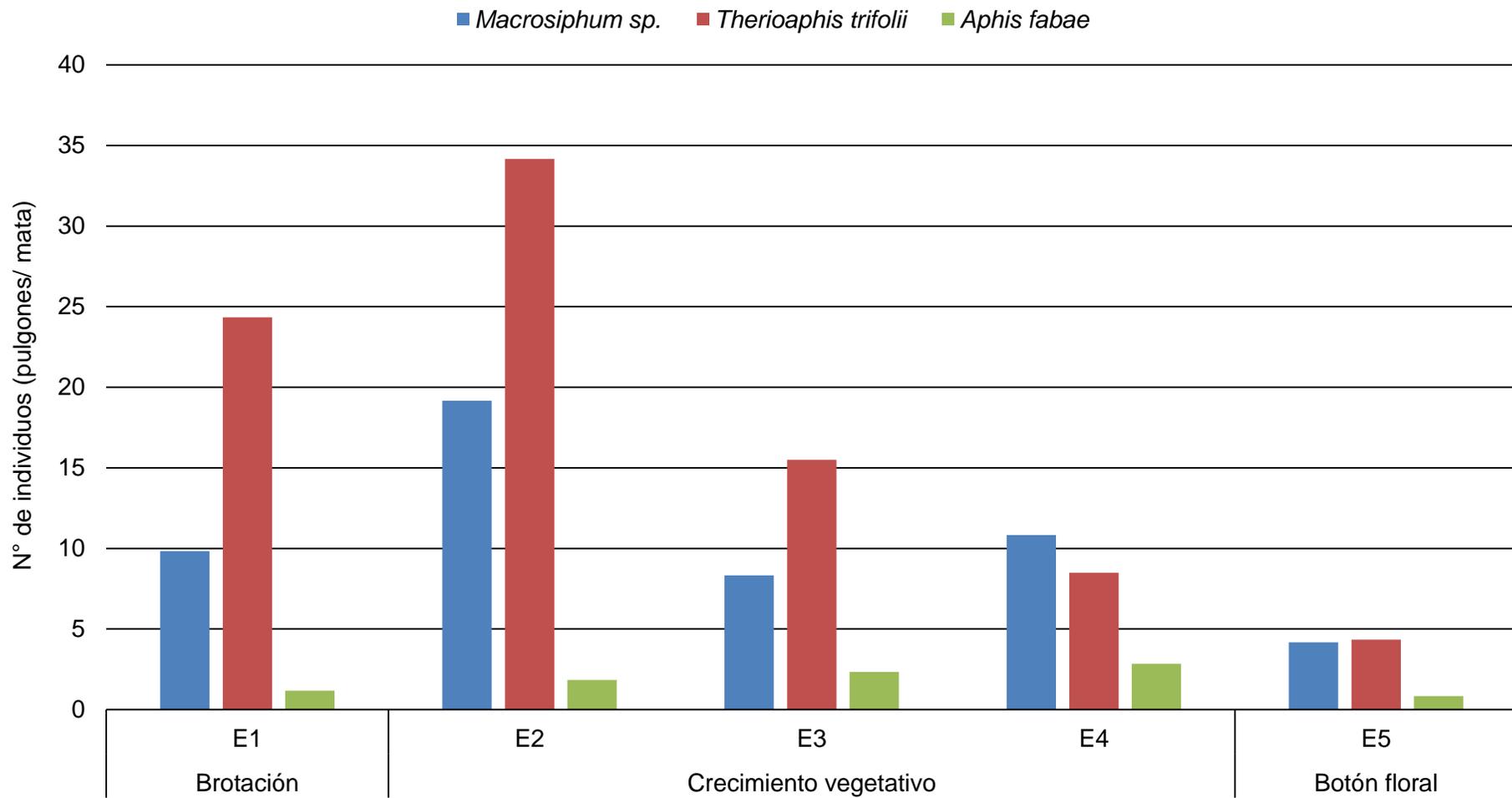


Figura 3. Efecto de *Lecanicillium lecanii* ($T_2 = 16 \times 10^{10}$ conidias/L) sobre la densidad poblacional de pulgones

En la primera evaluación realizada, se determinó la presencia de 10 individuos (Grado 3) de *Macrosiphum* sp., 24 individuos (Grado 4) de *Therioaphis trifolii* y 1 individuo (Grado 2) de *Aphis fabae*, durante la etapa fenológica de brotación (15 días después del corte), tal como lo muestra la Tabla 2.

En la Figura 3, se observa que después de las cuatro (04) aplicaciones del entomopatógeno, en la etapa fenológica de botón floral (50 días después del corte), se registró un porcentaje de mortalidad de 57,58 % en la densidad poblacional de *Macrosiphum* sp., sin embargo a inicios de la etapa fenológica de crecimiento vegetativo su densidad poblacional se incrementó en 95,02 %, esto pudo estar relacionado a la disminución de la temperatura de 13,82 °C a 11,55 °C, la humedad de 72,53 % a 58,31 % y la precipitación de 1,81 mm a 0,27 mm.

En la densidad poblacional de *Therioaphis trifolii*, se registró un porcentaje de mortalidad de 82,20 % y la densidad poblacional de *Aphis fabae* fue disminuyendo hasta la etapa fenológica de botón floral, mostrándose un porcentaje de mortalidad de 29,06 %; sin embargo a finales de la etapa fenológica de crecimiento vegetativo su densidad poblacional se incrementó, pues en la cuarta evaluación se registró un aumento en 141,88 %, lo que pudo estar relacionado a una disminución de la temperatura de 14,41 °C a 11,11 °C y una baja de la humedad de 67,58 % a 58,73 %.

4.2 *Beauveria bassiana*

4.2.1 Tratamiento 3 (T₃): 8 x 10¹⁰ conidias

Tabla 3. Densidad poblacional y porcentaje de pulgones vivos por mata en T₃ = *Beauveria bassiana* 8 x 10¹⁰ conidias

Evaluación	<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>
1	19,67 (100 %)	26,17 (100 %)	0,33 (100 %)
2	13,67 (69,50 %)	24,67 (94,27 %)	0,33 (100 %)
3	12,33 (62,68 %)	14,17 (54,15 %)	0,17 (51,52 %)
4	13,50 (68,63 %)	4,83 (18,46 %)	1,83 (554,55 %)
5	3,83 (19,47 %)	2,67 (10,20 %)	0,83 (251,52 %)

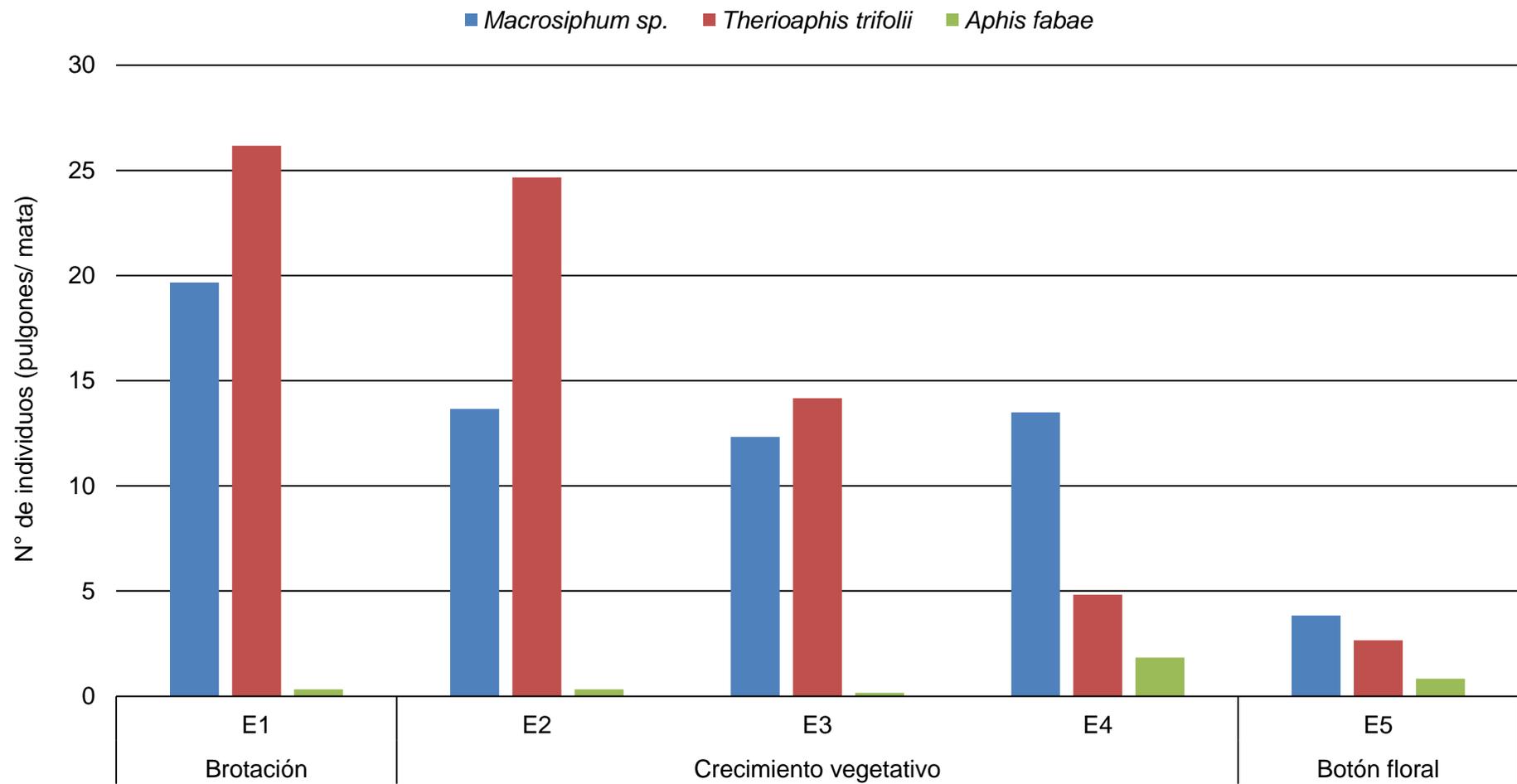


Figura 4. Efecto de *Beauveria bassiana* ($T_3 = 8 \times 10^{10}$ conidias/L) sobre la densidad poblacional de pulgones

En la primera evaluación realizada, se determinó la presencia de 20 individuos (Grado 4) de *Macrosiphum* sp., 26 individuos (Grado 5) de *Therioaphis trifolii* y 1 individuo (Grado 2) de *Aphis fabae*, durante la etapa fenológica de brotación (15 días después del corte), tal como lo muestra la Tabla 3.

En la Figura 4, se observa que después de las cuatro (04) aplicaciones del entomopatógeno, en la etapa fenológica de botón floral (50 días después del corte), se registró un porcentaje de mortalidad de 80,53 % en la densidad poblacional de *Macrosiphum* sp., sin embargo a finales de la etapa fenológica de crecimiento vegetativo su densidad poblacional se incrementó en 5,95 % con respecto a la tercera evaluación, esto pudo estar relacionado a la disminución de la temperatura de 14,41 °C a 11,11 °C y la humedad de 67,58 % a 58,73 %.

En la densidad poblacional de *Therioaphis trifolii*, se registró un porcentaje de mortalidad de 89,80 % y la densidad poblacional de *Aphis fabae* fue incrementándose hasta la etapa fenológica de botón floral, en 151,52 % de su población inicial; sin embargo a finales de la etapa fenológica de crecimiento vegetativo su densidad poblacional se incrementó, pues en la cuarta evaluación se registró un aumento en 454,55 %, lo que pudo estar relacionado a una disminución de la temperatura de 14,41 °C a 11,11 °C y una baja de la humedad de 67,58 % a 58,73 %.

4.2.2 Tratamiento 4 (T₄): 16 x 10¹⁰ conidias

Tabla 4. Densidad poblacional y porcentaje de pulgones vivos por mata en T₄ = *Beauveria bassiana* 16 x 10¹⁰ conidias

Evaluación	<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>
1	9,67 (100 %)	25,50 (100 %)	1,50 (100 %)
2	7,17 (74,15 %)	21,50 (84,31 %)	0,33 (22 %)
3	8,17 (84,49 %)	15,00 (58,82 %)	0,67 (44,67 %)
4	8,00 (82,73 %)	3,67 (14,39 %)	0,67 (44,67 %)
5	2,33 (24,10 %)	3,67 (14,39 %)	0,17 (11,33 %)

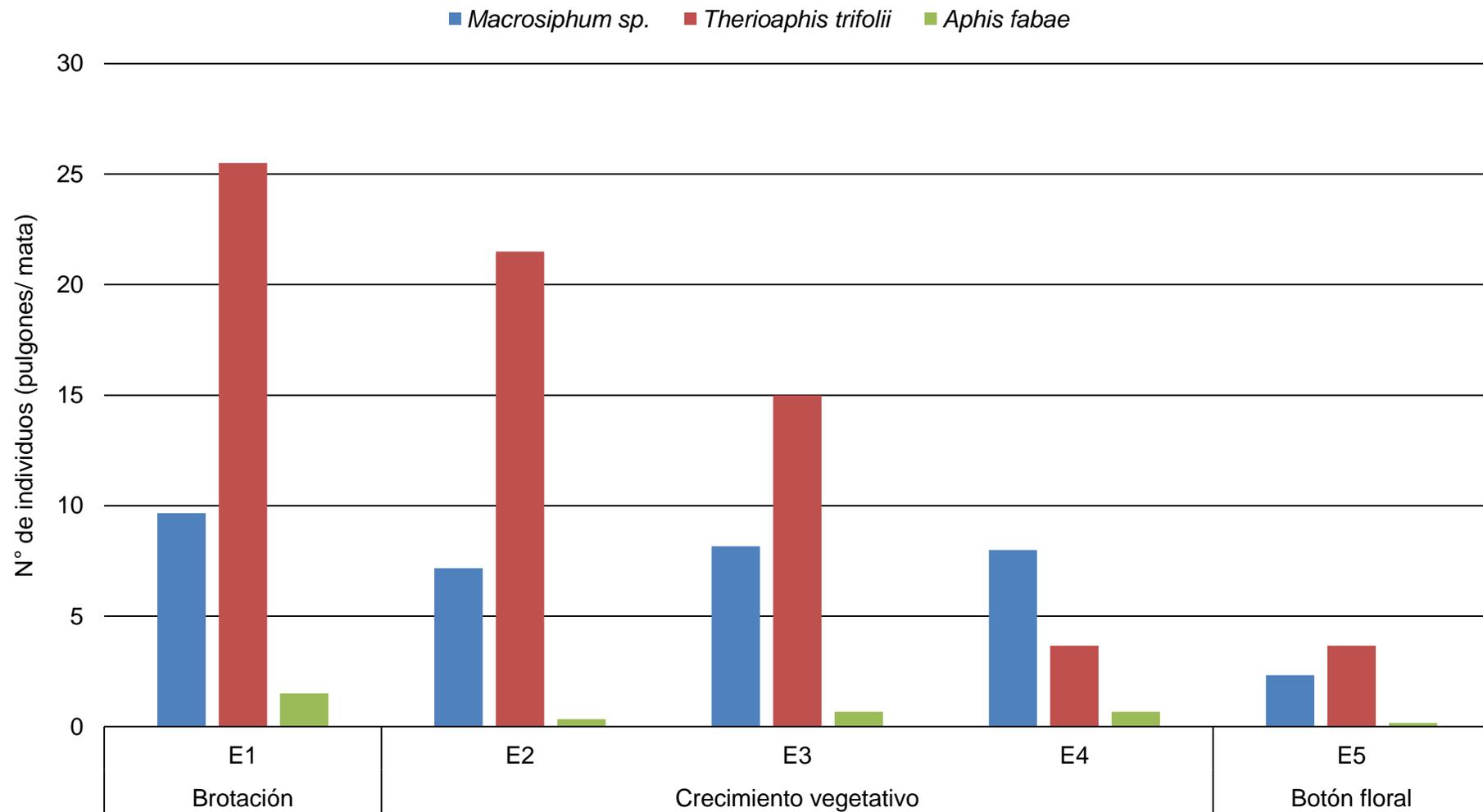


Figura 5. Efecto de *Beauveria bassiana* ($T_4 = 16 \times 10^{10}$ conidias/L) sobre la densidad poblacional de pulgones

En la primera evaluación realizada, se determinó la presencia de 10 individuos (Grado 3) de *Macrosiphum* sp., 26 individuos (Grado 5) de *Therioaphis trifolii* y 2 individuos (Grado 2) de *Aphis fabae*, durante la etapa fenológica de brotación (15 días después del corte), tal como lo muestra la Tabla 4.

En la Figura 5, se observa que después de las cuatro (04) aplicaciones del entomopatógeno, en la etapa fenológica de botón floral (50 días después del corte), se registró un porcentaje de mortalidad de 75,90 % en la densidad poblacional de *Macrosiphum* sp., sin embargo a mediados de la etapa fenológica de crecimiento vegetativo su densidad poblacional se incrementó en 10,34 % con respecto a la segunda evaluación, esto pudo estar relacionado al aumento de la temperatura de 11,55 °C a 14,41 °C

En la densidad poblacional de *Therioaphis trifolii*, se registró un porcentaje de mortalidad de 85,61 % y la densidad poblacional de *Aphis fabae* fue disminuyendo hasta la etapa fenológica de botón floral, presentándose un porcentaje de mortalidad de 88,67 %; sin embargo a finales de la etapa fenológica de crecimiento vegetativo su densidad poblacional se incrementó, pues en la tercera y cuarta evaluación se registró un aumento en 22,67 % con respecto a la segunda evaluación.

4.3. Insecticida

4.3.1 Tratamiento 5 (T₅): CICLÓN 50 EC (0.1%)

Tabla 5. Densidad poblacional y porcentaje de pulgones vivos por mata en T₅ = CICLÓN 50 EC (0,1 %)

Evaluación	<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>
1	17,67 (100 %)	27,50 (100 %)	3,00 (100 %)
2	0,50 (2,83 %)	1,33 (4,84 %)	0,33 (11 %)
3	2,83 (16,02 %)	2,00 (7,27 %)	4,00 (133,33 %)
4	0,33 (1,87 %)	0,67 (2,44 %)	0,33 (11 %)
5	1,66 (9,39 %)	1,67 (6,07 %)	1,33 (44,33 %)

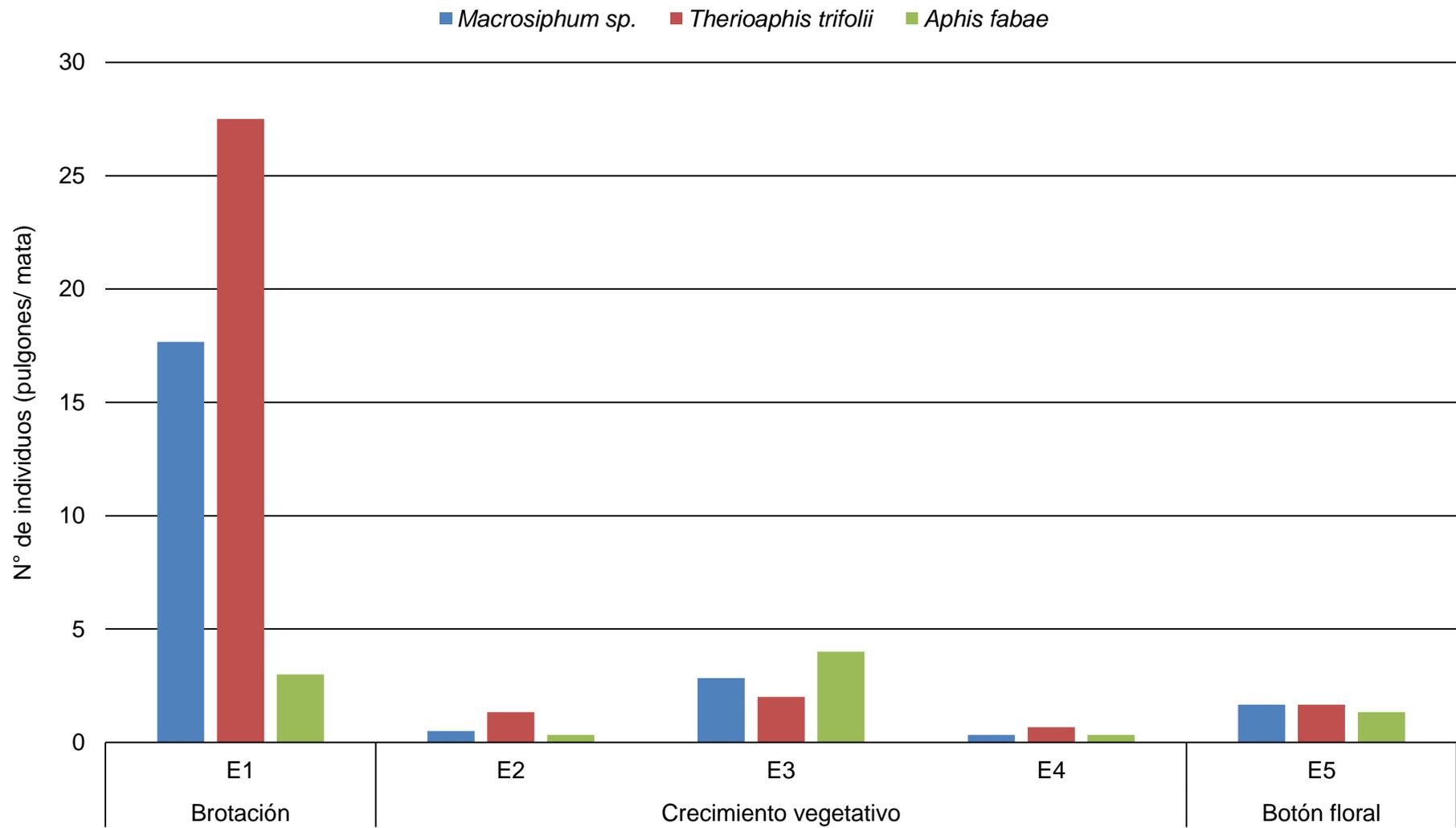


Figura 6. Efecto de CICLÓN 50 EC (0.1%)= (T₅) sobre la densidad poblacional de pulgones

En la primera evaluación realizada, se determinó la presencia de 18 individuos (Grado 4) de *Macrosiphum* sp., 28 individuos (Grado 5) de *Therioaphis trifolii* y 3 individuos (Grado 2) de *Aphis fabae*, durante la etapa fenológica de brotación (15 días después del corte), tal como lo muestra la Tabla 5.

En la Figura 6, se observa que después de las dos (02) aplicaciones del insecticida, en la etapa fenológica de botón floral (50 días después del corte), se registró un porcentaje de mortalidad para *Macrosiphum* sp. de 90,61%, *Therioaphis trifolii* de 93,93 % y *Aphis fabae* de 55,67 %.

4.4 Densidad poblacional promedio, ANVA y Prueba de Rango Múltiple de Duncan de los datos obtenidos durante las evaluaciones de pulgones en las dos campañas del cultivo de alfalfa.

Tabla 6. Densidad poblacional promedio de pulgones

Tratamientos	Bloques		
	I	II	III
T ₀ = Testigo	43,6	46.3	39.6
T ₁ = <i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	33.8	29.7	32.2
T ₂ = <i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	29.8	30.3	28.8
T ₃ = <i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	25.3	27	31.1
T ₄ = <i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	29.8	18.8	16.2
T ₅ = CICLÓN 50 EC (0.1 %)	16.9	10	12.2

Tabla 7. Análisis de varianza para la densidad poblacional promedio de pulgones

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Bloques	2	36.734444	18.367222	1.29	4.1	7.56
Tratamientos	5	1538.3444	307.66889	21.58	3.33	5.64
Error	10	142.56556	14.256556			
Total	17	1717.6444				

CV = 13.55487 %

Tabla 8. Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la densidad poblacional promedio de pulgones

Tratamientos	Grupo Duncan	Promedio	N
T ₀ = Testigo	A	43,166	3
T ₁ = <i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	B	31.9	3
T ₂ = <i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	B	29.634	3
T ₃ = <i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	B	27.8	3
T ₄ = <i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	C	21.601	3
T ₅ = CICLÓN 50 EC (0,1 %)	D	13.033	3

En este caso la prueba de Rango Múltiple de Duncan, realizada con la finalidad encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de densidad poblacional de pulgones en alfalfa, en cada tratamiento en estudio, indican que el tratamiento T₀ (testigo) supera estadísticamente al tratamiento T₅ = CICLÓN 50 EC (0,1 %).

En la Tabla 8, se presentan los resultados de la evaluación de los 6 tratamientos en estudio, siendo el T₄ = *Beauveria bassiana* 16 x 10¹⁰ conidias, el que generó una mayor mortalidad (49,96 %). Así mismo, presenta similitud estadística con el T₃ = *Beauveria bassiana* 8 x 10¹⁰, esto debido a que se trata del mismo entomopatógeno pero a una diferente concentración, ocasionando una mortalidad de 35,6 %, bajo una temperatura promedio de 12,88 °C y una humedad relativa promedio de 64,29 %. Al respecto Hernández *et al.* (2007), mencionan que *B. bassiana* a una concentración de 1 x 10⁷ conidias/ ml, originó 96 % de mortalidad en pulgón café de los cítricos (*Toxoptera citricida*), a una temperatura promedio de 29 °C y humedad relativa de 96 %. Por otro lado Briones (2011), menciona que este hongo entomopatógeno es muy usado para una gran gama de insectos terrestres por su amplia distribución geográfica, rango de hospederos y su excepcional habilidad para germinar aún en humedades relativamente bajas.

Los tratamientos T₁ = *Lecanicillium lecanii* 8 x 10¹⁰ y T₂ = *Lecanicillium lecanii* 16 x 10¹⁰, presentan similitud estadística, ambos ocasionaron una mortalidad de 26,1 % y de 31,35 % respectivamente. Este bajo porcentaje de mortalidad coincide con lo experimentado por Hussey (1985), quien afirma que la patogenicidad del hongo puede sufrir variaciones debido a las condiciones ambientales, pues en experimentos de

campo se observó que la falta de precipitaciones se considera insuficiente para el desarrollo del hongo sobre los áfidos y por consiguiente la epizootia no se dispersó adecuadamente; la acción del hongo se podría mejorar incrementando la humedad mediante la aplicación diaria de riego. De igual manera Acosta (2006) indica que este entomopatógeno produce epizootias solo en climas tropicales o en invernaderos donde se puede regular las condiciones ambientales; por lo que se recomienda su utilización en alta humedad para causar infección y esporular. Remaudière y Lagté (1985) aseguran que este hongo de preferencia tropical ataca a los áfidos, por lo que fue encontrado sobre *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (pulgón verde del maíz) en agosto durante fuertes lluvias.

El tratamiento T₅ = CICLÓN 50 EC (0,1 %) causó una mortalidad de 69,81 %, pues por su acción sistémica y de contacto es recomendado para el control de insectos picadores chupadores. Al respecto Beltran *et al.* (2006), menciona que se muestra una eficacia de 60 – 70 % en el control del pulgón *Aphis gossypii* en algodón al usarse Dimetoato EC 50 % a una dosis de 350 cc/ha, este bajo control se le atribuye a las diferencias en la susceptibilidad de los pulgones, ocasionada por factores inherentes a ellos y ambientales (temperatura, fotoperiodo, hospedante).

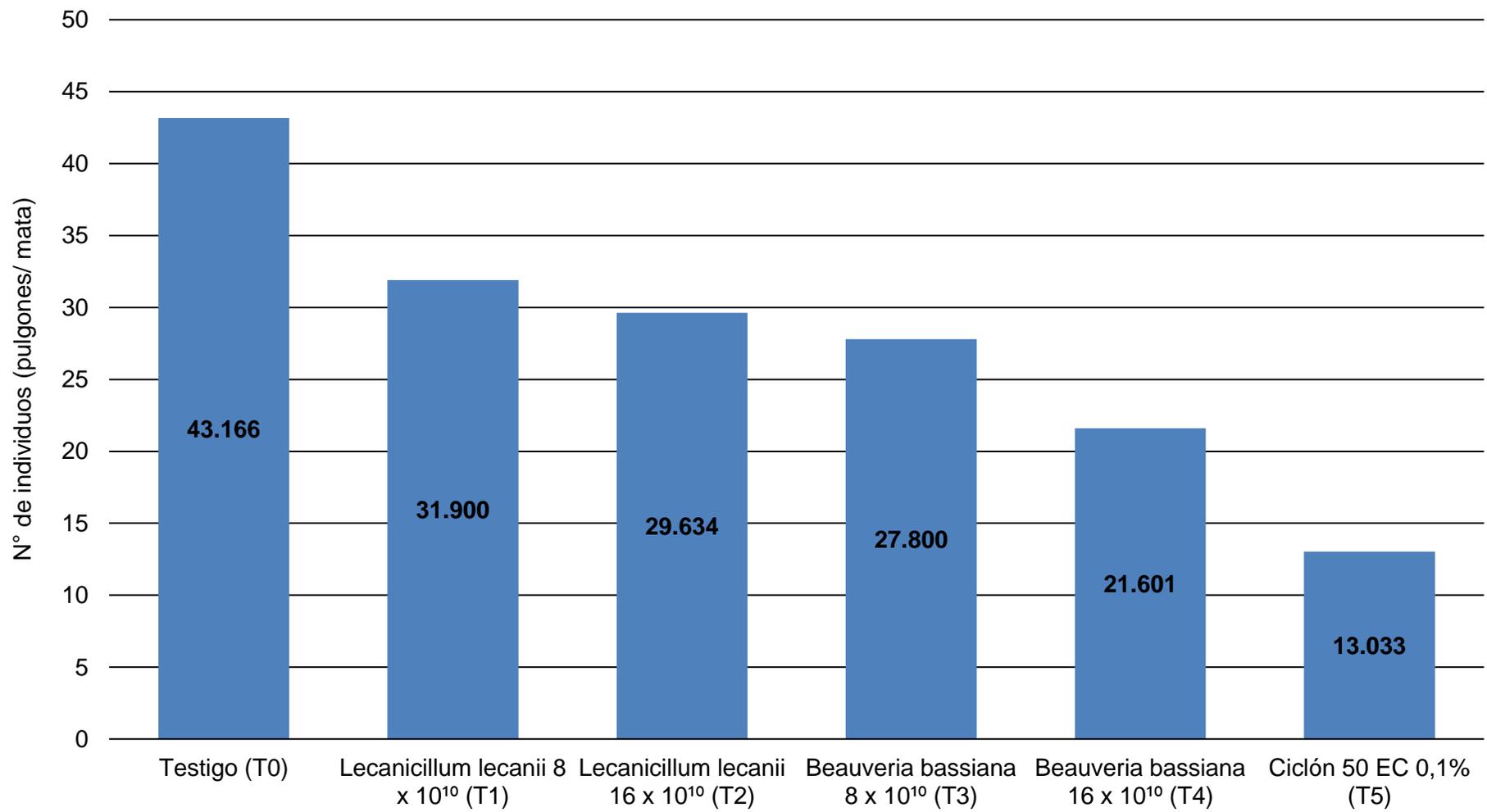


Figura 7. Efecto de los tratamientos en estudio sobre la densidad poblacional de pulgones

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

El hongo entomopatígeno que obtuvo mayor control de pulgones presentes en *Medicago sativa* L. (alfalfa) en Cajamarca, fue *Beauveria bassiana* ($T_4 = 16 \times 10^{10}$ conidias/L) causando un 49,96 % de mortalidad, en tanto que *Lecanicillium lecanii* ($T_1 = 8 \times 10^{10}$ conidias) fue el que generó menor efecto con una mortalidad de 26,1 %,

Lecanicillium lecanii ($T_1 = 8 \times 10^{10}$ conidias/L) logró un mayor control de *Therioaphis trifolii*, causando un porcentaje de mortalidad de 91,54 %. Sin embargo no provocó efecto sobre *Aphis fabae*, pues su densidad poblacional se incrementó en 234 % de su población inicial.

Lecanicillium lecanii ($T_2 = 16 \times 10^{10}$ conidias/L) alcanzó un mayor control de *Therioaphis trifolii*, causando un porcentaje de mortalidad de 82,20 %. Sin embargo obtuvo un menor efecto en el control de *Aphis fabae*, generando un 29,06 % de mortalidad.

Beauveria bassiana ($T_3 = 8 \times 10^{10}$ conidias/L) ocasionó un mayor control de *Therioaphis trifolii* causando un porcentaje de mortalidad de 89,80 %. Sin embargo no generó efecto sobre *Aphis fabae*, pues su densidad poblacional se incrementó en 151,52 % de su población inicial.

Beauveria bassiana ($T_4 = 16 \times 10^{10}$ conidias/L) causó un mayor control de *Therioaphis trifolii*, causando un porcentaje de mortalidad de 85,61 %. Sin embargo provocó un menor efecto en el control de *Macrosiphum* sp., generando un 75,90 % de mortalidad.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Abbott, W. 1925. Un Método para Calcular la Efectividad de un Insecticida. *Revista de entomología económica*. 18(2): 265-267.

Acosta, J. 2006. Evaluación de hongos entomopatógenos como controladores biológicos de *Scutigerella immaculata*. Tesis Lic. Bogotá, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. 79 p.

Aguilera, A. 1990. Ficha entomológica para la IX región de La Araucanía. *Therioaphis trifolii* (Monell) (Homoptera: Aphididae). Carillanca, Chile. 1: 45 - 46.

Alabama. 2017. Especialistas en Pastos, Forrajes, Semillas de Hortalizas y Nutrición Vegetal: Nuestros productos (en línea, sitio web). Consultado 03 de oct. 2017. Disponible en <https://www.alabama.com.pe/2-pastos-y-forrajes>.

Alean, I. 2003. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus Socialis* Bondar (Homóptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Tesis Lic. Bogotá, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. 116 p.

Amezquita. E. 1998. Propiedades físicas de los suelos de los Llanos Orientales y sus requerimientos de labranza. 2 ed. Villavicencio, Colombia. Editorial Edimundo. 145 - 174

Argueta, I. 2011. "Evaluación del Hongo Entomopatógeno *Verticillium Lecanii* (Zimmerman) Viegas como Bio-Controlador de Garrapatas en Perros (*Canis domesticus* L)". Tesis Lic. Ciudad Universitaria, El Salvador. Universidad de el Salvador. 99p.

Basigalup, D. 2007. El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina. Buenos Aires, Argentina, INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 479 p.

Beltran, R; Helman, S; Garay, F; Lescano, A; Peterlin, O. 2006. Eficacia de Insecticidas Aplicados al Follaje en el Control de *Aphis gossypii* Glover en Algodón. *Argentina*. 35(1): 135 – 141.

Briones, A. 2011. Efectividad Biológica de Entomopatógenos para el Control de Pulgón Saltador *Bactericera cockerelli* (Sulc.) en el Cultivo de Chile. Tesis Ing. Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 61 p.

Cárdenas, B; Villalba-Guott, E; Bustillo-Pardey, C; Montoya-Restrepo; Carmenza, E; Góngora-Botero. 2007. Eficacia de mezclas de cepas del hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. *Cenicafé*. 58(4): 293-303.

Cavallazzi, G; Prieto, A; Ariza, R. 1998. Evaluación del entomopatógeno *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas en el control de la escama blanda *Philephedra tuberculosa* Nakahara & Gill en guanábana (*Anona muricata* L.). *Agronomía Colombiana*. 15 (2): 106 -111.

Encinas, M. 2016. Evaluación de la Estimulación con Citocininas en la Calidad de (*Medicago sativa* L.) para la Producción de Heno en forma de Pacas. Tesis Ing. Sonora, México. Universidad de Sonora. 16 p.

FARMAGRO. 2017. Mejores productos para mejores cosechas: Nuestros productos (en línea, sitio web). Consultado 03 de oct. 2017. Disponible en <http://www.farmagro.com.pe/p/ciclon/>.

Felipe, D. 2016. Manejo integrado de pulgones en cultivos hortícolas al aire libre. Tesis Master. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. 72 p.

García, C; Gonzales, M. 2010. Uso de Bioinsecticidas Para el Control de Plagas de Hortalizas en Comunidades Rurales. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable* .Sinaloa, México. 6(1): 17 - 22

Giraldo, J. 2009. Uso de hongos entomopatógenos en el control de ectoparásitos (en línea). Universidad del Tolima. Artículo de divulgación, *Revista Ganadero*. Tolima, Colombia. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/sanidad/articulos/uso-hongos-entomopatogenos-controlt2540/p0.htm>

Gonzales, M; Noé Aguilar, C; Rodríguez-Herrera, R. 2012. Control de insectos-plaga en la agricultura utilizando hongos entomopatógenos: retos y perspectivas. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*. (Sección química). 4(8): 42-55.

Guadalupe, R. 2014. Hongos Entomophthorales Patógenos de Pulgones Plaga de Cultivos de Cereales y Hortícolas de la Región Pampeana de La Argentina:

Estudios Comparativos de la Diversidad y Prevalencia. Tesis Doc. La Plata, Argentina. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 181 p.

Hernández, A. 2016. Evaluación de Hongos Entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) Para el Control de Hormigas Cortadoras de Hojas (*Atta* spp) En Eucalipto. Tesis Ing. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 41p.

Hernández, I; Berlanga, A; López, J; Loera, G; Acosta, E. 2007. Evaluación de Hongos Entomopatógenos para el Control del Pulgón Café de los Cítricos, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy), en México. Nuevo León, México. 19 p.

Holman, J; Peña-Martínez, R; Bujanos-Muñiz, R. 1993. Guía para la Identificación y Análisis de los Pulgones Alados (Homóptera: Aphididae) del Bajío, México. 63 p.

Hortoinfo, 2017. Pulgón negro de las habas. (*Aphis fabae*) (en línea). Consultado 13 may. 2017. Disponible en <http://www.hortoinfo.es>

Hussey, N. 1985. El potencial del control integrado en cultivos de flores en Colombia. Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Medellín, Colombia. 18 p.

Imwinkelried, J; Fava, FD; Trumper, EV. 2013. Pulgones (Hemíptera: Aphidoidea) de la alfalfa. Córdoba, Argentina, INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 6 p.

Influentialpoints, 2017. Afidos *Macrosiphum*. (en línea). Consultado 13 may. 2017. Disponible en <http://influentialpoints.com>

INIA. 2016. Técnicas Agronómicas para el Cultivo de Alfalfa (en línea, sitio web). Consultado 01 may. 2017. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR17204.pdf>

Martínez, L. 2010. Desarrollo de un Prototipo de Formulación con Hongos Entomopatógenos para el Manejo de *Demotisca neivai* Bondar (Coleóptera: Chrysomelidae). Tesis de Maestría. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 121 p.

Monzón, A. 2001. Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Costa Rica. p. 95 - 103.

Muslera, P.; Ratera, C. 1991. Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento. 2 ed. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa. 674 p.

Pombosa, A. 2016. Determinación de las Etapas Fenológicas del Cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada Paisana bajo las condiciones climáticas del Cantón Cevallos. Tesis Ing. Agrónomo. Cevallos, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 140 p.

Remaudière, G.; Lagté, J. 1985. Importancia de los hongos patógenos de insectos (especialmente Aphididae y Cercopidae) en Méjico y perspectivas de uso. Serv. Plagas. (11): 217- 225

Rosalba, V; Ospina, H; Bustillo, A; Saldarriaga, A. 1990. Evaluación del Entomopatógeno *Verticillium lecanii* en el Control del Áfido *Myzus persicae* en Crisantemos. Revista Colombiana de Entomología. Colombia. 16(2): 21 - 27

Rosado, A. 2011. Utilización de Diferentes Profundidades de Labranza Mínima en el Establecimiento de Alfalfa (*Medicago sativa* L.) y su Efecto en los Rendimientos Productivos. Tesis Ing. Zootecnista, Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 85 p.

Salvador, F. 2015. Pulgones Grandes: *Macrosiphum euphorbiae* y *Aulacorthum solani*. Fichas de transferencia. Almería, España. n° 012.

Simbaqueba, C; Serna, F; Posada-Flores, F. 2014. Curaduría, Morfología e Identificación de Áfidos (Hemiptera: Aphididae) del Museo Entomológico UNAB. Boletín Científico Museo Historia Natural. Caldas, Colombia 18 (1): 222-246.

Soriano, S. 2003. Importancia del Cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el Estado de Baja California Sur. Monografía Ing. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". 80p.

Torres, S. 2015. Morfometría de especies de Aphididae (Hemiptera) procedentes de Cieneguilla (Lima – Perú). Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Ricardo Palma. 200 p.

Vergara, J. 2004. Evaluación de insectos fitófagos y sus enemigos naturales en cinco variedades de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) en el valle de Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 132 p.

Voegtlin, D; Villalobos, W; Vinicio Sánchez, M; Saborío, G; Rivera, C. 2003. Guía de los Áfidos Alados de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 51(supl.2): 1-46.

GLOSARIO

Apresorio: Estructura adhesiva, achatada, a partir de la cual se origina una hifa afilada que rompe la cutícula de una célula epidérmica del huésped.

Blastosporas: O blastoconidios son las esporas que se originan de una parte de una célula somática, una hifa, un conidióforo u otra espora.

Cauda: Cualquier proceso o expansión terminal del abdomen.

Conidias: Son esporas asexuales no móviles que se forman (exógenamente) en el ápice o en el lado de una célula esporógena.

Conidióforos: Es una estructura microscópica especializada en la producción asexual de miles de esporas llamadas conidios.

Cornículos: Procesos en forma de tubo que en número par se observan en la pared posterior del abdomen de Homóptera: Aphidoidea. También denominados sifones o nectarios.

Cutícula: Es la capa más exterior del tegumento.

Destrujina: Toxina que producen una inmunosupresión o una parálisis.

Esporas: Es una célula reproductiva producida por hongos que a menudo se desarrolla completamente después de un estado de latencia o hibernación.

Haustorio: Estructura que sirve para absorber nutrientes que se introducen en el huésped a partir de un diminuto agujero.

Hemocele: Cavidad general secundaria de los artrópodos, que constituye un sistema lagunar lleno de líquido hemático y forma parte del aparato circulatorio abierto.

Hifa: Son una red de filamentos cilíndricos que conforman la estructura del cuerpo de los hongos multicelulares.

Micelio: Aparato vegetativo de los hongos que le sirve para nutrirse y está constituido por hifas.

Partenogénesis: Tipo de reproducción asexual que consiste en el desarrollo de una célula reproductora hasta llegar a formarse un nuevo individuo, sin que se produzca fecundación.

Patogenicidad: Capacidad para producir enfermedad en huéspedes susceptibles.

Tegumento: Tejido orgánico que cubre el cuerpo de un animal o alguno de sus órganos internos.

Tejido Hipodermal: Tejido celular que se sitúa debajo de la cutícula.

Tubo germinativo: Primordio (órgano) hifal que se forma a partir de un conidio.

Virulencia: Grado de la capacidad de un microorganismo para producir una enfermedad.

Viviparidad: Todo aquel animal cuyo embrión se desarrolla, después de la fecundación, en una estructura especializada dentro del vientre de la hembra.

Zompopos: Nombre genérico de varias especies de hormiga de color café o rojizo.

ANEXOS

Tabla 9. Formato de evaluación de pulgones en *Medicago sativa* L. (alfalfa)

CARTILLA DE EVALUACION DE PULGONES EN ALFALFA						
Fecha de corte:			Fecha:			
Edad:			Evaluador:			
Bloque:			Observaciones:			
MUESTRAS		PULGONES			RESULTADOS	
Tratamiento	N°	<i>Macrosiphum ps.</i>	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis Fabae</i>	Total de Individuos	Grado
T0	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
T1	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
T2	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
T3	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
T4	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
T5	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

Tabla 10. Registro de las evaluaciones realizadas en la primera campaña de *Medicago sativa* L. para pulgones

FECHA	TRATAMIENTO	PRODUCTO APLICADO	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III				
			<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>	TOTAL	<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>	TOTAL	<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>	TOTAL	
CAMPAÑA 1	T0	*****	50	70	5	125	51	80	6	137	8	71	3	82	
	22/10/2016	T1	<i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	16	100	2	118	4	70	0	74	4	86	1	91
	T2	<i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	7	35	1	43	8	45	1	54	8	47	2	57	
	T3	<i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	9	57	0	66	9	30	1	40	50	45	0	95	
	T4	<i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	4	45	2	51	16	50	1	67	15	35	1	51	
	T5	CICLÓN 50 EC (0,1%)	30	62	2	94	10	35	2	47	21	34	2	57	
	T0	*****	4	62	5	71	7	62	1	70	3	35	3	41	
	27/10/2016	T1	<i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	1	48	0	49	17	38	2	57	30	40	0	70
	T2	<i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	30	63	0	93	40	49	0	89	14	41	3	58	
	T3	<i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	2	22	0	24	2	57	1	60	4	60	0	64	
	T4	<i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	23	98	0	121	3	11	1	15	3	15	0	18	
	T5	CICLÓN 50 EC (0,1%)	0	5	0	5	0	2	1	3	0	1	1	2	
	T0	*****	13	17	3	33	16	44	5	65	11	18	2	31	
	03/11/2016	T1	<i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	14	33	0	47	2	18	0	20	2	28	2	32
	T2	<i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	7	19	4	30	5	22	5	32	7	34	1	42	
	T3	<i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	9	22	0	31	11	17	1	29	11	21	0	32	
	T4	<i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	3	29	0	32	12	19	2	33	9	23	2	34	
	T5	CICLÓN 50 EC (0,1%)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	
	T0	*****	14	6	29	49	16	3	16	35	20	5	20	45	
	18/11/2016	T1	<i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	13	7	16	36	14	6	10	30	16	4	9	29
	T2	<i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	16	3	5	24	14	5	4	23	15	1	3	19	
	T3	<i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	15	3	4	22	17	3	3	23	18	3	3	24	
	T4	<i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	15	2	3	20	15	3	1	19	10	2	0	12	
	T5	CICLÓN 50 EC (0,1%)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	
	T0	*****	2	3	1	6	4	3	1	8	6	3	2	11	
26/11/2016	T1	<i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	2	2	6	10	4	4	0	8	2	3	4	9	
T2	<i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	8	7	3	18	4	2	0	6	3	3	1	7		
T3	<i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	4	2	3	9	6	0	0	6	4	3	2	9		
T4	<i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	4	4	1	9	2	2	0	4	3	3	0	6		
T5	CICLÓN 50 EC (0,1%)	1	2	6	9	1	2	0	3	2	3	0	5		

Tabla 11. Registro de las evaluaciones realizadas en la segunda campaña de *Medicago sativa* L. para pulgones

FECHA	TRATAMIENTO	PRODUCTO	APLICADO	BLOQUE I			TOTAL	BLOQUE II			TOTAL	BLOQUE III			TOTAL
				<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>		<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>		<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>	
CAMPAÑA 2	19/12/2016	T0	*****	12	26	2	40	17	26	4	47	18	30	2	50
	T1	<i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	5	27	0	32	10	30	0	40	12	18	0	30	
	T2	<i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	13	6	1	20	14	9	1	24	9	4	1	14	
	T3	<i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	16	9	0	25	19	7	1	27	15	9	0	24	
	T4	<i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	14	8	2	24	3	9	1	13	6	6	2	14	
	T5	CICLÓN 50 EC (0,1%)	18	10	7	35	11	11	2	24	16	13	3	32	
	T0	*****	16	18	4	38	17	8	5	30	35	23	5	63	
	24/12/2016	T1	<i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	5	5	0	10	9	17	0	26	6	9	2	17
	T2	<i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	12	12	3	27	9	19	3	31	10	21	2	33	
	T3	<i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	27	5	0	32	33	2	1	36	14	2	0	16	
	T4	<i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	7	0	0	7	4	2	1	7	3	3	0	6	
	T5	CICLÓN 50 EC (0,1%)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	
	31/12/2016	T0	*****	10	13	0	23	13	5	3	21	13	9	2	24
	T1	<i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	4	8	4	16	8	8	0	16	15	5	0	20	
	T2	<i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	9	4	1	14	10	8	1	19	12	6	2	20	
T3	<i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	13	8	0	21	11	9	0	20	19	8	0	27		
T4	<i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	9	5	0	14	9	7	0	16	7	7	0	14		
T5	CICLÓN 50 EC (0,1%)	4	4	10	18	6	5	5	16	7	3	7	17		
15/01/2017	T0	*****	7	19	13	39	8	18	16	42	8	16	8	32	
T1	<i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	3	9	0	12	2	13	1	16	3	11	1	15		
T2	<i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	8	11	3	22	5	13	1	19	7	18	1	26		
T3	<i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	11	2	0	13	14	10	0	24	6	8	1	15		
T4	<i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	6	9	0	15	0	5	0	5	2	1	0	3		
T5	CICLÓN 50 EC (0,1%)	0	2	0	2	0	2	0	2	2	0	0	2		
23/01/2017	T0	*****	3	9	0	12	3	4	1	8	6	9	2	17	
T1	<i>Lecanicillium lecanii</i> 8 x 10 ¹⁰	3	5	0	8	2	8	0	10	3	6	0	9		
T2	<i>Lecanicillium lecanii</i> 16 x 10 ¹⁰	4	3	0	7	3	3	0	6	3	8	1	12		
T3	<i>Beauveria bassiana</i> 8 x 10 ¹⁰	4	6	0	10	2	3	0	5	3	2	0	5		
T4	<i>Beauveria bassiana</i> 16 x 10 ¹⁰	1	4	0	5	2	7	0	9	2	2	0	4		
T5	CICLÓN 50 EC (0,1%)	3	1	2	6	2	1	0	3	1	1	0	2		

Tabla 12. Densidad poblacional promedio de pulgones en las dos campañas de *Medicago sativa* L. (alfalfa)

TRATAMIENTO	PRODUCTO APLICADO	CONCENTRACIÓN DE CONIDIAS EN SOLUCIÓN	DOSIS/LITRO	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
				<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>	TOTAL	<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>	TOTAL	<i>Macrosiphum</i> sp.	<i>Therioaphis trifolii</i>	<i>Aphis fabae</i>	TOTAL
T ₀	Sin producto	-----	-----	13,10	24,30	6,20	43,60	15,20	25,30	5,80	46,30	12,80	21,90	4,90	39,60
T ₁	<i>Lecanicillium lecanii</i>	8 x 10 ¹⁰	8,0 g	6,60	24,40	2,80	33,80	7,20	21,20	1,30	29,70	9,30	21,00	1,90	32,20
T ₂	<i>Lecanicillium lecanii</i>	16 x 10 ¹⁰	16,0 g	11,40	16,30	2,10	29,80	11,20	17,50	1,60	30,30	8,80	18,30	1,70	28,80
T ₃	<i>Beauveria bassiana</i>	8 x 10 ¹⁰	8,0 g	11,00	13,60	0,70	25,30	12,40	13,80	0,80	27,00	14,40	16,10	0,60	31,10
T ₄	<i>Beauveria bassiana</i>	16 x 10 ¹⁰	16,0 g	8,60	20,40	0,80	29,80	6,60	11,50	0,70	18,80	6,00	9,70	0,50	16,20
T ₅	CICLÓN 50 EC (0,1%)	-----	1ml	5,60	8,60	2,70	16,90	3,00	5,80	1,20	10,00	5,20	5,50	1,50	12,20

Tabla 13. Datos meteorológicos durante la fase experimental (Octubre 2016 - Enero 2017)

Fecha	Temperatura Promedio (°C)	Humedad Promedio (%)	Precipitación Promedio (mm)
22/ 10/ 16	12,98	72,23	3,49
27/ 10/ 16	9,90	41,79	0,00
03/ 11/ 16	14,52	55,00	0,00
18/11/ 16	9,15	37,40	0,00
26/ 11/ 16	13,66	53,42	0,00
19/ 12/ 16	14,66	72,83	0,13
24/12/ 16	13,20	74,83	0,54
31/12/ 16	14,30	80,17	1,52
15/ 01/ 17	13,06	80,06	1,93
23/ 01/ 17	13,44	75,19	2,20

Fuente: SENAMHI 2017

Evaluación	Temperatura Promedio (°C)	Humedad Promedio (%)	Precipitación Promedio (mm)
E1	13,82	72,53	1,81
E2	11,55	58,31	0,27
E3	14,41	67,59	0,76
E4	11,11	58,73	0,97
E5	13,55	64,31	1,10
Promedio	12,89	64,29	0,98

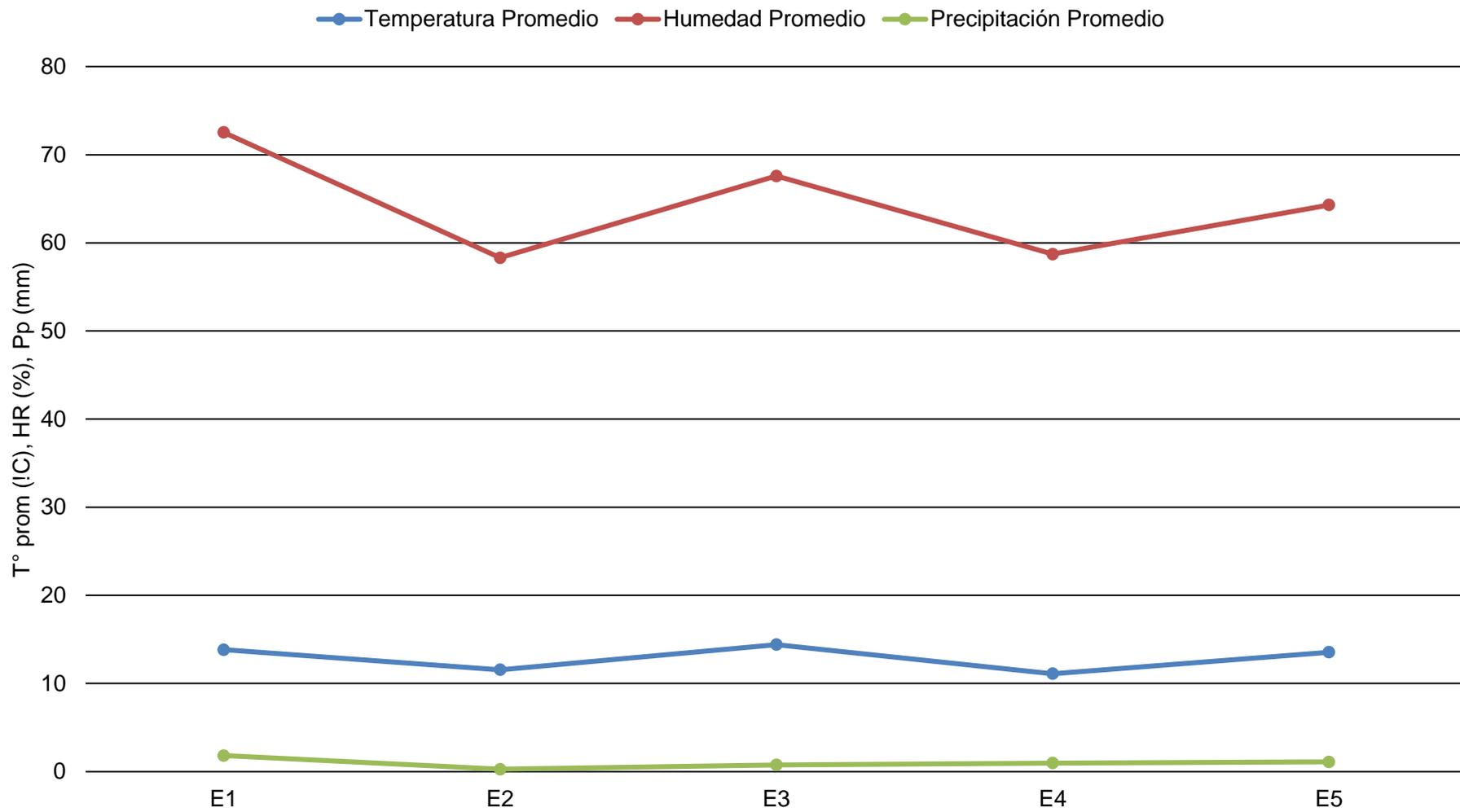


Figura 8. Datos meteorológicos durante la fase experimental (Octubre 2016 - Enero 2017)

Tabla 14. Actividades realizadas durante el experimento

FECHA	ACTIVIDADES	PRODUCTO APLICADO	DÍAS DESPUÉS DEL CORTE
07/10/2016	1° CORTE	Ninguno	0
22/10/2016	Evaluación	Ninguno	15
23/10/2016	1° APLICACIÓN	Entomopatógenos + Insecticida	16
27/10/2016	Evaluación	Ninguno	20
28/10/2016	2° APLICACIÓN	Entomopatógeno	21
03/11/2016	Evaluación	Ninguno	27
04/11/2016	3° APLICACIÓN	Entomopatógenos + Insecticida	28
18/11/2016	Evaluación	Ninguno	42
19/11/2016	4° APLICACIÓN	Entomopatógenos	43
26/11/2016	Evaluación	Ninguno	50
04/01/2017	2° CORTE	Ninguno	0
19/12/2016	Evaluación	Ninguno	15
20/12/2016	1° APLICACIÓN	Entomopatógenos + Insecticida	16
24/12/2016	Evaluación	Ninguno	20
25/12/2016	2° APLICACIÓN	Entomopatógenos	21
31/12/2016	Evaluación	Ninguno	27
01/01/2017	3° APLICACIÓN	Entomopatógenos + Insecticida	28
15/01/2017	Evaluación	Ninguno	42
16/01/2017	4° APLICACIÓN	Entomopatógenos	43
23/01/2017	Evaluación	Ninguno	50



Figura 9. Distribución de las parcelas del experimento en las instalaciones del Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca.



Figura 10. Evaluación de pulgones en las matas de *Medicago sativa* L.



Figura 11. Presencia de pulgones *Aphis fabae* y *Macrosiphum* sp.



Figura 12. Presencia de una colonia de *Aphis fabae*



Figura 13. Hembra de *Therioaphis trifolii* pariendo individuos ya desarrollados, reproducción asexual (Partenogénesis).



Figura 14. Hembra de *Macrosiphum* sp. pariendo individuos ya desarrollados, reproducción asexual (Partenogénesis)



Figura 15. Trabajo de laboratorio (identificación de los pulgones registrados en las evaluaciones).



Figura 16. Observación de *Macrosiphum* sp. a través del estereoscopio.



Figura 17. Observación de *Aphis fabae* a través del estereoscopio.



Figura 18. Observación de *Therioaphis trifolii* a través del estereoscopio.



Figura 19. Presentación de materiales y productos usados en la investigación.



Figura 20. Balanza de precisión para la el peso exacto del entomopatígeno.



Figura 21. Preparación del caldo de entomopatógenos el cual se dejara reposar 6 horas como mínimo y 16 horas como máximo para lograr la hidratación completa de las esporas de los hongos.



Figura 22. Medición del insecticida CICLÓN 50 EC (0,1 %) dosis para pulgones de 1 ml/L



Figura 23. Aplicación de la solución con la bomba de aspersión manual n° 2 para entomopatógenos.



Figura 24. Aplicación de la solución con la bomba de aspersión manual n° 1 para insecticida.