

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**EFFECTO DE *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* SOBRE
LARVAS DE *Pseudoplusia* sp. EN EL CULTIVO DE REPOLLO
(*Brassica oleracea* var. capitata L.)**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR E BACHILLER:

BENJAMÍN CERQUÍN CULQUI

ASESORES:

Ing. Agr. Alonso Vela Ahumada

Ing. Agr. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacondori

CAJAMARCA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A:

Mi Madre Nelly Culqui, por su infinito amor y sus consejos que me brindó mientras estaba junto a mí; todo lo que soy y tengo se lo debo a ella.

Mi Padre Alejandro Cerquín, por estar junto a mí en los buenos y malos momentos, y todo el aporte de su amor para ver alcanzar mis metas.

A mi hermana Talita, por su importante cariño que ha contribuido en mi formación académica.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A:

Jehová por todo su amor y bondad infinita que me tiene.

La Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias por ser la base de mi formación profesional.

Ing. Alonso Vela Ahumada, por ser mi asesor y guía de este trabajo de investigación.

Ing. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori, por su gran dedicación y esfuerzo como asesor del presente trabajo, y resaltando sus valiosos consejos para mi formación.

Todos mis familiares y amigos que han contribuido en la realización del presente trabajo.

EL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	lii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Antecedentes de la investigación	3
2.2 Hongos entomopatógenos	5
2.2.1 Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos	5
a. Adhesión	5
b. Germinación	5
c. Penetración	6
d. Multiplicación	6
e. Producción de micotoxinas	6
f. Muerte del insecto	6
g. Colonización	7
h. Emergencia	7
i. Esporulación	7
2.2.2 <i>Beauveria bassiana</i> (Bals) Vuillemin.	7
a. Taxonomía	7
b. Características morfológicas	8
c. Sintomatología	8
d. Distribución	8
e. Mecanismo de acción	8
2.2.3 <i>Lecanicillium</i> (= <i>Verticillium</i>) <i>lecanii</i> (Zimm.)	9
a. Taxonomía	9

b.	Características morfológicas	9
c.	Sintomatología	9
d.	Distribución	9
e.	Mecanismo de acción	10
2.3	<i>Pseudoplusia</i> sp. (Walker)	10
2.3.1	Taxonomía	10
2.3.2	Morfología	10
a.	Huevo	10
b.	Larva	11
c.	Pupa	11
d.	Adulto	12
2.3.3	Biología	12
a.	Huevo	12
b.	Larva	12
c.	Pupa	12
d.	Adulto	13
2.3.4	Ecología	13
a.	Temperatura	13
b.	Humedad	13
2.3.5	Daños	14
2.4	Generalidades sobre el cultivo de repollo (<i>Brassica oleracea</i> var. capitata)	14
2.4.1	Origen	14
2.4.2	Clasificación taxonómica	15
2.4.3	Fenología	15
a.	Etapa inicial	15
a.1	Germinación	15
a.2	Emergencia	16
b.	Etapa de desarrollo vegetativo	16
b.1	Crecimiento acelerado	16
b.2	Preformación de cabeza	16
b.3	Formación de cabeza	16
c.	Etapa intermedia	17
c.1	Floración	17
d.	Etapa final	17

d.1	Maduración	17
d.2	Senescencia	17
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS		18
3.1	Ubicación geográfica del trabajo de investigación	18
3.2	Materiales	18
3.2.1	Material biológico	18
3.2.2	Material de campo	18
3.2.3	Material y equipo de laboratorio	19
3.3	Metodología	19
3.3.1	Trabajo de campo	19
a.	Características del campo experimental	19
a.1	Parcela	19
a.2	Bloque	19
a.3	Área	19
b.	Evaluación de larvas de <i>Pseudoplusia</i> sp.	21
c.	Aplicación de entomopatógenos (<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>)	21
c.1	Cálculo de dosis (<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>)	22
c.1.1	Dosis baja (2 bolsas): 5,12 g / 640 ml	22
c.1.2	Dosis alta (4 bolsas): 10,24 g / 640 ml	22
c.2	Preparación	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES		24
4.1	Efecto de <i>Beauveria bassiana</i> sobre larvas de <i>Pseudoplusia</i> sp.	24
4.1.1	Tratamiento 1 (T ₁): 8 x 10 ¹⁰ conidias	24
4.1.2	Tratamiento 2 (T ₂): 16 x 10 ¹⁰ conidias	27
4.2	Efecto de <i>Lecanicillium lecanii</i> en larvas de <i>Pseudoplusia</i> sp.	30
4.2.1	Tratamiento 3 (T ₃): 8 x 10 ¹⁰ conidias	30
4.2.2	Tratamiento 4 (T ₄): 16 x 10 ¹⁰ conidias	32
4.2.3	Comparación del efecto entre <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>	37

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1 Conclusiones	40
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Número		Página
1	Escala de grados para gusanos comedores de hojas	21
2	Efecto de <i>Beauveria bassiana</i> en larvas de <i>Pseudoplusia</i> sp. antes y después de cada aplicación de este entomopatógeno (marzo a mayo del 2018)	24
3	Efecto de <i>Beauveria bassiana</i> en larvas de <i>Pseudoplusia</i> sp. antes y después de cada aplicación de este entomopatógeno (marzo a mayo del 2018)	27
4	Efecto de <i>Lecanicillium lecanii</i> en larvas de <i>Pseudoplusia</i> sp. antes y después de cada aplicación de este entomopatógeno (marzo a mayo del 2018)	30
5	Efecto de <i>Lecanicillium lecanii</i> en larvas de <i>Pseudoplusia</i> sp. antes y después de cada aplicación de este entomopatógeno (marzo a mayo del 2018)	33
6	Análisis de varianza (ANOVA) para el número de larvas muertas	38
7	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para los niveles del factor Hongo antagonista	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Número		Página
1	Diseño del campo experimental y distribución de los tratamientos	20
2	Número de larvas sanas, enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al quinto día de aplicación de <i>Beauveria bassiana</i>	25
3	Número de larvas sanas, enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al décimo día de aplicación de <i>Beauveria bassiana</i>	26
4	Número de larvas sanas, enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al quinto día de aplicación de <i>Beauveria bassiana</i>	28
5	Número de larvas sanas, enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al décimo día de aplicación de <i>Beauveria bassiana</i>	29
6	Número de larvas sanas, enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al quinto día de aplicación de <i>Lecanicillium lecanii</i>	31
7	Número de larvas sanas, enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al décimo día de aplicación de <i>Lecanicillium lecanii</i>	32
8	Número de larvas sanas, enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al quinto día de aplicación de <i>Lecanicillium lecanii</i>	33
9	Número de larvas sanas, enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al décimo día de aplicación de <i>Lecanicillium lecanii</i>	34
10	Comparación entre tratamientos del número de larvas enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al quinto día de aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>	35
11	Comparación entre tratamientos del número de larvas enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al décimo día de aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>	36

12	Comparación del efecto entre <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>	39
13	Comparación del efecto de tratamientos entre <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>	39
14	Aplicación de hongos entomopatógenos <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>	51
15	Evaluación de larvas enfermas y muertas de <i>Pseudoplusia</i> sp., al quinto día de aplicación de los hongos entomopatógenos	51
16	Larva de <i>Pseudoplusia</i> sp. luego de la aplicación del entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i>	52
17	Larva de <i>Pseudoplusia</i> sp. con presencia de micelio del hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i>	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Número		Página
1	Cartilla de evaluación de larvas de <i>Pseudoplusia</i> sp (Walker.), en repollo (<i>Brassica oleracea</i> var. capitata)	48
2	Resultado de análisis de agua	49
3	Galería fotográfica	51
4	Datos meteorológicos registrados durante la investigación (Marzo a Mayo 2018)	53
5	Temperatura, humedad y precipitación promedios registrados según evaluaciones	53

RESUMEN

En el distrito de Jesús, Región Cajamarca, se realizó la investigación con el objetivo de determinar el efecto de *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* sobre larvas de *Pseudoplusia* sp., en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. capitata L.). Se evaluaron cuatro tratamientos, empleando *B. bassiana* ($T_1 = 8 \times 10^{10}$ conidias/litro y $T_2 = 16 \times 10^{10}$ conidias/litro) y *L. lecanii* ($T_3 = 8 \times 10^{10}$ conidias/litro y $T_4 = 16 \times 10^{10}$ conidias/litro), en cinco plantas por tratamiento antes y después de cada aplicación (4 aplicaciones) antes de la formación de cabeza, con la finalidad de determinar el porcentaje de larvas muertas. Con el T_2 después de cinco y diez días, se ocasionó el 29,51 % y 52,54 % de larvas muertas respectivamente, superando a *L. lecanii* que produjo 19,23 % y 37,74 %.

Palabras clave: Entomopatógeno, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Pseudoplusia* sp.

ABSTRACT

In the district of Jesús, Cajamarca Region, the research was carried out with the objective of determining the effect of *Beauveria bassiana* and *Lecanicillium lecanii* on larvae of *Pseudoplusia* sp. in the cultivation of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata L.). Four treatments were evaluated, two using *B. bassiana* ($T_1 = 8 \times 10^{10}$ conidia / liter and $T_2 = 16 \times 10^{10}$ conidia / liter) and two using *L. lecanii* ($T_3 = 8 \times 10^{10}$ conidia / liter and $T_4 = 16 \times 10^{10}$ conidia / liter), in five plants per treatment before and after each application (4 applications) before head formation, in order to determine the percentage of dead larvae. With T_4 after five and ten days, 29,51 % and 52,54 % of dead larvae were caused respectively, surpassing *L. lecanii* that produced 19,23 % and 37,74 %.

Key words: Entomopatógeno, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Pseudoplusia* sp.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El consumo de hortalizas a nivel mundial, ha alcanzado niveles significativos, prefiriéndose productos frescos y sin residuos tóxicos. El Perú por su biodiversidad y niveles climáticos, le permite obtener cosechas durante todo el año, correspondiéndole 84 zonas de vida, de las 104 a nivel mundial, característica que otros países no la poseen, lo que genera oportunidades y mercados internacionales para atender esta demanda, principalmente por hortalizas frescas de calidad y otras que sirven como insumo para la industria alimentaria (INIA, 2010).

El repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) es una hortaliza con una excelente fuente de vitaminas C, K y B₆, ayuda a tener huesos fuertes, reduce las reacciones alérgicas e inflamaciones y promueve la salud intestinal; es por ello que el consumo a nivel nacional está en aumento logrando 15 417 TM anuales solo en Lima, sin embargo, en Cajamarca solo alcanza las 366 TM anuales y esto se debe a la falta de tecnología agrícola (Bolaños, 2014).

En Cajamarca las áreas destinadas a la producción de repollo se encuentran ubicadas en mayor extensión en el distrito de Jesús, donde el manejo sanitario implementado en los campos de cultivo es deficiente, sobre todo en lo relacionado al uso seguro de plaguicidas para disminuir la densidad poblacional de insectos plaga, provocando pérdida de la cosecha y generando problemas ambientales. Cisneros (1995) indica que el Control Biológico es empleado como una de las alternativas para la represión de las plagas mediante la acción de predadores, parásitos y patógenos; de esta última tenemos algunas especies y sus variantes de Deuteromycetos, que causan la llamada “muscardina” en la que el hongo cubre totalmente el cuerpo del insecto en estado larval, pupa o adulto.

Desde la perspectiva del Manejo Integrado de Plagas, se considera el empleo de agentes microbiológicos para el control de insectos plaga, tal es el caso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*, los cuales han mostrado efectos de control sobre organismos insectiles sin afectar el medioambiente, lo que ha permitido que sean considerados como una alternativa de control.

Objetivo de la investigación

Determinar el efecto de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin y *Lecanicillium lecanii* (Zimmerman) sobre larvas de *Pseudoplusia* sp. en repollo (*Brassica oleracea* var. capitata L.).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación

Núñez (2017), menciona que $T_4 = Beauveria\ bassiana\ 16 \times 10^{10}$, generó una mayor mortalidad (49,96 %). Así mismo, presenta similitud estadística con el $T_3 = B. bassiana\ 8 \times 10^{10}$, esto debido a que se trata del mismo entomopatógeno, pero a una diferente concentración, ocasionando una mortalidad de 35,6 %. Los tratamientos $T_1 = L. lecanii\ 8 \times 10^{10}$ y $T_2 = L. lecanii\ 16 \times 10^{10}$, 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 *B. bassiana* ($T_4 = 16 \times 10^{10}$ conidios) causando un 49,96 % de mortalidad, en tanto que *L. lecanii* ($T_1 = 8 \times 10^{10}$ conidios), fue el que generó menor efecto con una mortalidad de 26,1 %.

Acosta (2006), indica que concentraciones de 10^8 ; 10^9 ; 10^{10} y 10^{11} conidios/ml fueron inoculados sobre 10 sinfílicos de diferentes estadios. Se pudo establecer la capacidad controladora por parte de los hongos entomopatógenos *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en la concentración 10^{11} conidios/ml. *L. lecanii* tuvo mayor efecto con 37,5 % en laboratorio y 15 % en invernadero, *M. anisopliae* fue de 35 % en laboratorio y 17,5 % en invernadero. Se estableció un mayor porcentaje de mortalidad empleando la combinación de los hongos *L. lecanii* y *M. anisopliae* (55 % en laboratorio y 42,5 % en invernadero). El agente causal de la letalidad de los sinfílicos se comprobó mediante la siembra de los individuos muertos en el medio cultivo (Agar Papa Dextrosa), observándose de desarrollo del hongo inoculado en el tratamiento respectivo.

Montalva (2008), refiere que, evaluó la virulencia, en condiciones de laboratorio, de dos cepas de *Lecanicillium lecanii* mantenidas en el Laboratorio Regional SAG Osomo, para el control biológico de *Cinara cupressi*. Se evaluó la virulencia de las dos cepas del hongo asperjando conidios sobre una población del áfido *Cinara cupressi*, determinando el tiempo letal (TL_{50}), para cada cepa. La cepa Futaleufú resultó más virulenta con un TL_{50} de 72 horas, siendo este valor menor al obtenido con la cepa Cochamó (84 horas). Posteriormente, se determinó la concentración letal 50 (CL_{50}) de la cepa Futaleufú, utilizando cinco concentraciones de conidios por ml, (1×10^{10} ; 1×10^5 ; 1×10^6 ; 1×10^7 y 1×10^8) y un testigo con agua destilada estéril. Mediante análisis se determinó un CL_{50}

de $3,7 \times 10^7$ conidios / ml a las 72 horas de evaluación. Se sugiere que la cepa de *Lecanicillium lecanii* proveniente de Futaleufú pudiera ser un efectivo biocontrolador de *Cinara cupressi* y se recomienda su evaluación bajo condiciones de campo.

Pariona (2006), menciona que, al evaluar la capacidad entomocida de las 4 cepas de *Beauveria* sp., en la langosta (*Schistocerca piceifrons peruviana*), se encontró que utilizando soluciones de 10^{10} conidios / ml, el porcentaje de mortalidad fue del 100 % en las cepas ABvPr11, ABvPr8, ABvSr4 y ABvPr3 fue de 12, 14 y 16 días respectivamente. Al décimo día se observó diferencias significativas respecto a la mortalidad, entre la cepa ABvPr11 (90 %), y las cepas ABvSr4 (74 %), ABvPr8 (72 %) y ABvPr3 (64,6 %). Posteriormente se determinó el tiempo de letalidad al 50 % (TL₅₀), de la población de langostas, con un intervalo de 8,38 a 9,16 días y el tiempo de letalidad al 80 % (TL₈₀), fue de 9,6 a 11,5 días. La cepa ABvPr11 presentó mayor actividad biocida.

Vaquedano (2006), refiere que, fueron usados hongos entomopatógenos, Bazam (*Beauveria bassiana*) y Metazam (*Metarhizium anisopliae*) para el control de *Diaphania hyalinata* y Verzam (*Lecanicillium lecanii*) y Bazam (*Beauveria bassiana*), para el control de áfidos (*Aphis* sp.) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en el Valle de Comayagua, Honduras; en la época seca en el cultivo de pepino. En los primeros muestreos se encontraron que las poblaciones de larvas de *Diaphania hyalinata*, eran altas y estas decrecen con la aplicación de Bazam y Metazam. Al evaluar el efecto de *L. lecanii* y *B. bassiana* en el control de *Aphis* sp., y *Bemisia tabaci* contra Thiametoxam se encontró que el Thiametoxam (P = 0.0001), es el mejor producto para el control de *Aphis* sp. y *Bemisia tabaci*.

Pivaral (2015), menciona que, en el cultivo de tomate se evaluaron *Bacillus thuringiensis*, Virus de la poliedrosis nuclear, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, para el control de *Helicoverpa zea*. Para ello en la metodología se crearon 24 parcelas de observación divididas en los cuatro tratamientos a evaluar y dos tratamientos testigo. Del estudio realizado se concluye que en el análisis epidemiológico el Virus de la poliedrosis nuclear como el *M. anisopliae* producen un efecto supresivo sobre *Helicoverpa zea*. En efectividad *B. thuringiensis* (Bt) fue el que obtuvo mayor efectividad en el control de las larvas y en cantidad de frutos dañados se obtuvo que el tratamiento de *B. thuringiensis* tuvo menor cantidad de frutos dañados.

2.2 Hongos entomopatógenos

Son microorganismos parásitos obligados o facultativos, con una alta capacidad de esporulación, sobrevivencia y parasitismo. Se les considera importantes por el potencial que tiene su población para poder penetrar en su hospedero en poco tiempo; en condiciones naturales requiere de humedad, pH y temperatura adecuada para su dispersión (INIA, 2016).

Considerando que éstos son patógenos naturales de insectos, penetran en su interior, dentro del cual liberan sustancias que lo digieren y lo destruyen, si las condiciones ambientales son adecuadas el hongo produce nuevas esporas en su interior del insecto muerto; aunque actúa desde el inicio del tratamiento, su efectividad se observa a partir del cuarto día (Alves, 1998).

2.2.1 Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos

a. Adhesión

Empieza con la fijación de los propágulos del hongo con la superficie del insecto y se considera la fase más importante del proceso infeccioso y está correlacionada con la especificidad hospedero-patógeno, es por ello que solo las cepas virulentas logran una adhesión exitosa. En este proceso participan sustancias como lecitinas (proteínas o glucoproteínas) y mucopolisacáridos. En el cuerpo del insecto existen ciertas zonas preferidas por la adhesión, como son regiones intersegmentales, en donde la composición y estructura son diferentes al resto del cuerpo del insecto (Monzón, 2001).

b. Germinación

Luego de la adhesión de la espora sobre el integumento del insecto, ésta germina emitiendo un tubo germinativo, formando luego un apresorio, este puede ser largo o corto y en algunos casos puede no llegar a formarse. En este proceso juegan un rol importante las condiciones ambientales presentes (Monzón, 2001).

Esta facilidad de infestación se debe a las características tanto físicas y químicas que tienen los insectos, así como la cubierta mucilaginosa que contribuye a la hidratación de la espora y que además funciona como protector ante la presencia de polifenoles tóxicos y enzimas secretadas por el sistema inmune del insecto (Hegedus, 1995).

c. Penetración

Después de la germinación se producen una serie de transformaciones físicas y químicas, tanto en el insecto como en el hongo, que permiten al patógeno penetrar la cutícula de su hospedante; también la infección se puede producir por vía oral, espiráculos y de forma particular a través de la superficie del tegumento. Se puede dar el caso que un conidio puede germinar, sin embargo, si no se dan las condiciones físicas y químicas y los estímulos correspondientes no logra penetrar, las enzimas principalmente que intervienen son lipasas, proteasas, quitinasas, son producidas por la hifa y ocasionan una alteración de la cutícula, que facilita la entrada de la hifa de penetración (Monzón, 2001).

d. Multiplicación

En el interior del insecto el hongo se multiplica, principalmente por gemación, produciendo formas miceliales libres y unicelulares llamadas blastosporas, además en las hifas se forman protoplastos y células sin pared (Monzón, 2001).

Después de la multiplicación cuticular, el hongo prolifera dentro del insecto e inicia el crecimiento micelial a través de sus cuerpos hifales que invaden diversas estructuras como tejidos musculares, cuerpos grasos, tubos de Malpighi, mitocondrias, hemocitos, retículo endoplasmático y membrana nuclear (Pucheta *et al.*, 2006).

e. Producción de micotoxinas

Son sustancias de baja toxicidad para mamíferos, pero tóxicos para artrópodos, por lo que pueden causar la muerte del insecto debido a sus propiedades insecticidas, además actúan como inhibidoras de las reacciones de defensa del insecto, estas toxinas son de dos tipos macromoléculas proteicas y sustancias de bajo peso molecular; las mismas como la serilproteasa, sulfidrilproteasa, lipasas, glicogenasas, amilasas y quitinasas (Monzón, 2001).

f. Muerte del insecto

Esta etapa ocurre generalmente antes que el hongo colonice totalmente el insecto, este éxito es por la acción de las toxinas, con la muerte del insecto finaliza la fase parasítica y se inicia la saprofitica; cuando el insecto muere no se observa evidencia del hongo

causante de la muerte, sino posteriormente, la duración de la muerte depende de la cepa del hongo, del hospedante y de las condiciones ambientales (Monzón, 2001).

g. Colonización

Luego de la muerte del insecto, el micelio invade todos los tejidos y órganos, iniciando generalmente por el tejido graso, el cadáver del insecto se transforma en una momia la que es resistente a la descomposición bacteriana, aparentemente debido a la acción de antibióticos liberados por el hongo (Monzón, 2001).

h. Emergencia del hongo del insecto

Después de la colonización, si las condiciones externas son de baja humedad relativa, el hongo puede mantenerse en el interior del insecto, protegido por el integumento, pero en condiciones húmedas el hongo emerge principalmente a través de las zonas menos esclerosadas (Monzón, 2001).

i. Esporulación

Si las hifas atraviesan el integumento en un periodo de 24 a 48 horas ocurre la producción de esporas o conidios (Monzón, 2001).

2.2.2 *Beauveria bassiana* (Bals) Vuillemin.

a. Taxonomía

Reino	:	Myceteae
División	:	Amastigomycota
Subdivisión	:	Deuteromycotina
Clase	:	Hyphomycetidae
Orden	:	Moniliales
Familia	:	Moniliaceae
Género	:	<i>Beauveria</i>
Especie	:	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals) Vuillemin (Alexopoulos, citado por Acosta 2006).

b. Características morfológicas

Presenta micelio blanco, conidióforos sencillos, irregularmente agrupados o en grupos verticilados, en algunas especies se hincha en la base y se adelgaza hacia la porción que sostiene la conidia. Las conidias son hialinas, redondeadas a ovoides y unicelulares. *Beauveria bassiana* posee conidias de globosas a subglobosas y las estructuras conidióforas forman densos grupos (Agrios, 1997).

c. Sintomatología

Los insectos antes de sucumbir a la infección, exhiben varios síntomas incluyendo intranquilidad, cese de alimentación y pérdida de coordinación, puede haber cambios en la coloración del tegumento. Los individuos enfermos, generalmente, se mueven hacia la superficie del suelo donde van a permanecer hasta su muerte y luego como cadáveres adheridos a las hojas y ramas o sobre el suelo presentando los signos característicos (Herrero, 2011).

d. Distribución

El hongo *Beauveria bassiana* se distribuye mundialmente y está presente en la materia orgánica del suelo como un saprófito, y han sido encontrados atacando a Coleópteros, Himenópteros, Lepidópteros, Hemípteros, Dípteros y Homópteros (Alcázar *et al.*, 2003).

e. Mecanismo de acción

En el proceso infectivo hay una gran cantidad de toxinas que produce el hongo como la bauvericin, bassianolide y las enniatinas A y B; estos son dos ciclodepsipéptidos conformados por el ácido hidroxisovalérico y los aminoácidos N-metil-fenilalanina, N-metil-leucina, N-metil-isoleucina y N-metil-valina respectivamente. Al ingerir las larvas estas toxinas hay una parálisis muscular; pierde el movimiento y cesa de alimentarse, las larvas y adultos que sobreviven los primeros días, no causan daño al cultivo, algunas de estas larvas logran empupar, pero son pequeñas y los adultos que emergen son estériles (Alves, 1986).

La fase de patogénesis ocurre cuando los conidios entran en contacto con el tejido vivo del hospedero emitiendo el tubo germinativo. En la penetración hay una acción mecánica y enzimática; enzimas como la quitinasa, proteasa y lipasa actúan de manera

sinérgica para digerir y penetrar la epicutícula esto ocurre entre las 24 y 48 horas siguientes (Ratault, 1977).

2.2.3 *Lecanicillium (=Verticillium) lecanii* (Zimm.)

a. Taxonomía

Reino	:	Myceteae
División	:	Amastigomycota
Subdivisión	:	Deuteromycotina
Clase	:	Hyphomycetidae
Orden	:	Moniliales
Familia	:	Moniliaceae
Género	:	<i>Lecanicillium (=Verticillium)</i>
Especie	:	<i>Lecanicillium (=Verticillium) lecanii</i> (Zimm.)

(Alexopoulos y Mims, 1979).

b. Características morfológicas

Sus conidióforos son solitarios o verticilados y postrados, que llevan apicalmente masas de conidias hialias, subglobosas, ovales, falcadas, fusiformes, subcilíndricas unicelulares, no adhesivos y no presentan estructuras de latencia (Herrero, 2011).

c. Sintomatología

Tiene la particularidad de infectar a los insectos directamente a través de la penetración de la cutícula y tiene mecanismos de acción que le confieren una alta capacidad para evitar que el hospedero desarrolle resistencia. Y se puede mencionar los mecanismos de acción del entomopatógeno en tres fases: (1) Adhesión, germinación de la espora en la cutícula del insecto, (2) penetración en el sistema hemocele y (3) desarrollo del hongo, lo cual generalmente resulta en la muerte del insecto (Carreño, 2003).

d. Distribución

Lecanicillium lecanii está distribuido por todo el mundo y en América del Sur existen más de 50 especies, de las cuales muy pocas son producidas en laboratorios masivamente con fines comercializables para un Control Biológico (Carreño, 2003).

e. Mecanismo de acción

El micelio produce una toxina llamada ciclodepsipéptido bassianolide, que se ha demostrado que mata a las larvas de *Bombyx mori* L., además produce otras toxinas como el ácido dipicolínico y el ácido oxálico; la actividad depende de la calidad de cepa del hongo, los insectos se infectan cuando entran en contacto con las esporas del hongo que crece y luego invade el cuerpo. Los individuos infectados aparecen de color blanco a amarillento semejando partículas de algodón, los insectos enfermos suelen aparecer a los 7 días; sin embargo, debido a las condiciones ambientales, puede haber un retraso en el tiempo de muerte del insecto, una función adecuada es a una temperatura de 15 a 25 °C y una humedad relativa de 85 a 90 %, el hongo necesita humedad alta, por lo menos 10 a 12 horas para tener un buen desarrollo sobre el huésped (Monzón, 1992).

2.3 Pseudoplusia sp. (Walker)

2.3.1 Taxonomía

Funnichello *et al.* (2011) refiere lo siguiente:

Reino	:	Animalia
Phyllum	:	Arthropoda
Clase	:	Insecta
Orden	:	Lepidoptera
Familia	:	Noctuidae
Género	:	<i>Pseudoplusia</i> sp.

2.3.2 Morfología

a. Huevo

Es de contorno semiesférico con estrías radiales, recién ovipositado es blanco, posteriormente adquiere un color verde claro, mide de 0,4 a 0,6 mm, el apareamiento tiene lugar en la noche y los huevos son depositados individualmente, sobre todo en la parte inferior de las hojas (Moretto, 2010).

b. Larva

Según Castillo (2009) las larvas, que son de tipo eruciforme, pueden variar de color amarillo a verde con líneas laterales y dorsales de color blanco a lo largo de cuerpo, el cual es más delgado en la parte torácica. La cabeza presenta puntos negros, las patas torácicas generalmente son negras con tres pares de pseudopatas abdominales de color verde.

Las larvas se mueven como gusanos medidores, porque poseen sólo tres pares de patas abdominales de color verde claro, que se acentúan a medida que crecen, estas cuando están totalmente desarrolladas, alcanzan 30 mm de longitud (Funnichello *et al.*, 2011).

Presenta una coloración verde claro, con una serie de líneas blancas, longitudinales, esparcidas sobre el dorso, alcanza a medir 30 mm de longitud, presenta una epidermis con espínulas, espiráculos blancos con el borde castaño, los tubérculos setíferos negros, moderadamente grandes y distintamente cónicos. Presenta tres pares de patas falsas o abdominales, obligando a realizar un intenso movimiento de cuerpo cuando se traslada (Urretabizkaya, 2010).

Fichetti (2007), menciona que hay individuos de color verde claro y verde oscuro, siendo esta última característica predominante pero no absoluta. En los ejemplares claros y oscuros, las bases de las setas o pelos (pináculos) son negras, especialmente las ubicadas en la parte superior del cuerpo. En los individuos muy oscuros la cabeza es completamente negra, en los más claros, se observa o no una línea diagonal negra (a cada lado), pero las inserciones de las setas siempre son oscuras (más notorias en la parte superior de la cabeza).

c. Pupa

Según Moretto (2010), el inicio de transformación en pre-pupa es visualizado por un acentuado cambio de coloración. Sin embargo, esta transformación en pre-pupa implica alteraciones en el sistema hormonal, deja de alimentarse, cambia de color verde amarillo uniforme, es el inicio de construcción de capullo, pérdida de movilidad y transformación en pupa.

Presenta coloración verde brillante, dorsalmente el tórax y el abdomen llevan unas manchas conspicuas color castaño oscuro o anaranjado. En el campo, para empupar enrolla las hojas y teje un fino capullo de seda (Urretabizkaya, 2010).

d. Adulto

Envergadura alar 32 a 40 mm. Las alas anteriores presentan dos manchas plateadas cerca del centro del ala, que normalmente no se tocan entre sí. Las alas posteriores son pardas y más oscuras sobre el margen externo. En posición de reposo se observan dos penachos, uno torácico muy notorio y otro abdominal, las alas posteriores ligeramente más claras que el par anterior, de color pardo cobrizo (Saluso, 2012).

2.3.3 Biología

a. Huevo

Son colocados aisladamente en el envés de las hojas, en este estado puede permanecer 5 días (Urretabizkaya, 2010).

b. Larva

Esta etapa se prolonga por 20 - 25 días. Estudios hechos por Pérez *et al.* (1978) bajo condiciones de laboratorio para separar los estadios larvales de *Pseudoplusia* sp. Primer estadio: 4,83 días, Segundo estadio: 2,83 días, Tercer estadio: 2,73 días, Cuarto estadio: 2,73 días y Quinto estadio: 4,11 días; número de individuos observados 100, sumando los cinco estadios larvales más Pre-pupa (1,55 días), hacen un total de 18,85 días, además que el daño más voraz en campo es del segundo al cuarto estadio larval.

c. Pupa

Para Gómez (2015), la pupa es de coloración verde clara brillante, manteniendo esa coloración hasta 48 horas antes de la emergencia, cuando adquiere un color marrón oscuro, viéndose por la transparencia las estructuras del adulto.

d. Adulto

Para Bernardi (2012), la longevidad de los adultos es muy variable, oscilando de 9,8 hasta 18,2 días. El número total de huevos puestos puede variar de 144 a 195 huevos, siendo 80 a 90 % del total de huevos colocados hasta el sétimo día; mientras que la capacidad reproductiva es un factor importante para el éxito de *Pseudoplusia includens* (Walker), como plaga, sin embargo, las hembras pueden ovipositar en condiciones favorables en promedio 700 huevos a lo largo de su vida, los cuales son depositados en la parte inferior de las hojas, en el tercio superior de las plantas.

La longevidad de un adulto de *Pseudoplusia* sp., se puede separar en hembras copuladas: 14,29 días, hembras no copuladas: 6,06 días y machos: 13,86 días. La capacidad de ovoposición es de 543,62 huevos por hembra en su máxima reproducción (Pérez *et al.*, 1978).

Para el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA (2010), la duración media de su ciclo biológico es de 46 días (huevo: 5 días, larva: 20 días, pupa: 7 días, adulto: 14 días).

2.3.4 Ecología

a. Temperatura

La condición ideal en promedio es de 23 °C con una variación de 5 °C, alterando la temperatura se altera su ciclo biológico, ya que a temperatura bajo los 18 °C existe alteración en la oviposición; en cambio, cuando la temperatura esta sobre los 28 °C el proceso biológico se acelera, haciendo que la plaga se vuelva más severa, en los últimos tiempos esto ocurre por fenómenos naturales (Pérez *et al.*, 1978).

b. Humedad

El ambiente tropical, es ideal para *Pseudoplusia* sp., con una humedad que supera el 75 %, sin embargo, su humedad relativa ideal esta sobre el 80 %, los riegos por inundación favorecen, ya que la humedad se concentra más, también si el suelo sufre por cuestión hídrica hace que la planta se estrese y a la misma vez que las larvas de *Pseudoplusia* sp (Walker), no degusten de las hojas con total normalidad (Pérez *et al.*, 1978).

2.3.5 Daños

Según Moretto (2010), las larvas en los primeros estadíos, seleccionan las hojas más tiernas, alimentándose de aquellas con pequeñas cantidades de fibra, volviéndose menos exigentes a medida que se desarrollan. Hasta el tercer estadío, las larvas dejan intactas las regiones de la epidermis; entretanto, a partir del quinto estadío, consumen mayor área foliar, manteniendo íntegras las nervaduras principales, confiriéndole un aspecto de red característico a las hojas atacadas.

Dos Santos *et al.* (2010) menciona que *Pseudoplusia* sp., posee el hábito de alimentarse de las hojas del tercio inferior de las plantas, característica que dificulta el contacto de las mismas con el insecticida; sobre todo, teniendo en cuenta que estas grandes infestaciones ocurren al final del crecimiento comercial de las plantas, en la etapa denominada “formación de cabeza”.

Estos atacan a las hojas de los cultivos en la etapa de larva, con mayor intensidad desde el segundo estadio, pero estos no se alimentan de las nervaduras, lo que les da a las mismas un aspecto de red, de esa forma contribuyen con la reducción del área foliar, no consumen los pecíolos, *Pseudoplusia* sp., es afectada por hongos antagónicos (*Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces* sp., *Trichoderma* sp., *Beauveria bassiana*), bacterias (*Bacillus thuringiensis*, *Bacillus popilliae*, *Serratia* sp.) y parasitada por microhymenopteros (Hoyos, 2011).

2.4 Generalidades sobre el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

2.4.1 Origen

Esta hortaliza es originaria del Mediterráneo y de Europa. En la actualidad se conoce que crece en las zonas costeras del Mediterráneo, Reino Unido, Dinamarca, Francia y Grecia. Esta es la crucífera más antigua su origen entre los años 2000 y 2500 a.C., ya para 1536 los europeos empezaron a explotarla y después los invasores llevaron al Continente Americano (Jaramillo y Díaz 2006). Fue cultivado, al parecer, por los egipcios 2500 años a.C., posteriormente por los griegos, en la antigüedad era considerado una planta digestiva y eliminadora de la embriaguez (Fornaris, 2014).

Liogier (1990), menciona que se domesticó la planta silvestre *Brassica oleracea* cuya parte comestible eran sus hojas, luego se fueron seleccionando y reproduciendo las

plantas con las hojas más grandes y paso a *B. oleracea* var. *acephala*, o “repollo sin cabeza” más tarde hubo preferencia por un racimo de hojas tiernas más compactas, y paso por cientos de generaciones de plantas, y eventualmente dio lugar a lo que hoy conocemos *Brassica oleracea* var. *capitata*, o “repollo con cabeza”. Y este fue introducido a los Estados Unidos de América durante el siglo XVI (por Jacques Cartier en 1541) e introducciones posteriores se realizaron por los primeros colonos.

2.4.2 Clasificación taxonómica

Según Mostacero *et al.* (1993) es la siguiente:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Brassicales
Familia	:	Brassicaceae
Género	:	<i>Brassica</i>
Especie	:	<i>Brassica oleracea</i>

2.4.3 Fenología

Feller *et al.* (1995) establece los siguientes estados fenológicos:

a. Etapa inicial

El período de duración es de 35 a 45 días en promedio dependiendo de la metodología de siembra sea siembra directa o en almácigo y también de las condiciones climáticas. Comprende las siguientes fases:

a.1 Germinación

Se comienza desde que hay una imbibición de la semilla, luego la radícula emerge de la semilla, para que el hipocótilo con los cotiledones atraviesen el tegumento seminal, para que más tarde haya una emergencia de cotiledones a la superficie, esta etapa ocurre de 3 a 5 días dependiendo del suministro de riego o humedad del sustrato.

a.2 Emergencia

Se produce luego de 4 a 7 días, momento en que se debe descubrir el almácigo, las plántulas estarán listas para el trasplante de 30 a 40 días después de la siembra, para esta fecha deberán tener de 3 a 4 hojas verdaderas, tallos cortos, gruesos y de 12 a 15 cm de altura.

b. Etapa de desarrollo vegetativo

Tiene una duración promedio de 20 a 30 días. Esta es la segunda etapa donde ocurre el crecimiento y donde se genera el producto cosechable y además donde se tendrá la mayor incidencia de plagas.

b.1 Crecimiento acelerado

Inicia desde el establecimiento de la planta al trasplante hasta que ésta tiene de seis a ocho hojas. Luego de recuperarse del estrés del trasplante, las plantas entran en una fase de rápido aumento de biomasa, el área foliar se incrementa rápidamente al igual que el sistema radical y el tallo de la planta.

b.2 Preformación de cabeza

La planta continúa produciendo hojas de pecíolos alargados y limbos extendidos, finaliza cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas. Las hojas originadas hasta ese momento, no formarán parte de la cabeza y sólo algunas de las producidas durante la última etapa se doblarán ligeramente para formar una capa protectora.

b.3 Formación de cabeza

Se caracteriza por la producción de las hojas sin peciolo, que se superponen formando una bola (pella), estas crecen rápidamente, permitiendo el desarrollo de más hojas suculentas hasta que la bola o cabeza alcanza el tamaño propicio de cada cultivar. Al final de esta etapa, las hojas han formado una cabeza compacta que al tacto se siente firme y dura, en algunos casos, las hojas interiores pueden producir mucha presión sobre las externas, provocando rajaduras en la cabeza. Esta formación de cabeza puede terminar a los 100 días o 120 días dependiendo de la variedad.

c. Etapa intermedia

c.1 Floración

Requiere el estímulo de bajas temperaturas. Las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales en los que se origina la inflorescencia.

d. Etapa final

d.1 Maduración

Se produce luego de 10 a 20 días después de una floración exitosa, cuando pasan a ser duras y secas.

d.2 Senescencia

Las hojas y brotes comienzan a decolorarse, de hojas amarillas a muertas, y toda la planta muere.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La investigación fue realizada en el distrito de Jesús, provincia y Región Cajamarca, geográficamente se encuentra ubicado a 17M 0788677 y UTM 9198634, a una altitud de 2518 msnm; la temperatura promedio anual es de 19,5 °C, humedad relativa anual de 75 % y una precipitación promedio anual de 792 mm (SENAMHI 2018).

3.2 Materiales

3.2.1 Material biológico

Conidias de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill.

Conidias de *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* (Zimm.).

Estadios larvales de *Pseudoplusia* sp.

Plantas de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.).

3.2.2 Material de campo

Aceite agrícola.

Cámara digital.

Cordeles.

Equipo de protección personal.

Estacas.

Etiquetas.

Frascos de plástico.

GPS.

Lapiceros.

Libreta de campo.

Lupa entomológica 20X.

Mochila de pulverización.

pHmetro.

Wincha.

3.2.3 Material y equipo de laboratorio

Alcohol metílico al 70 %.

Algodón.

Balanza de precisión.

Claves taxonómicas.

Cámaras de recuperación.

Estereoscopio.

Placas petri.

3.3 Metodología

3.3.1 Trabajo de campo

a. Características del campo experimental

a.1 Parcela

Número / Bloque	:	5
Número total	:	15
Largo	:	4,00 m
Ancho	:	3,00 m
Área	:	12,00 m ²

a.2 Bloque

Número	:	3
Largo	:	25,2 m
Ancho	:	11,6 m
Área	:	180,00 m ²

a.3 Área

Largo	:	25,2 m
Ancho	:	11,60 m
Área Experimental	:	292,32 m ²
Área total	:	720,00 m ²

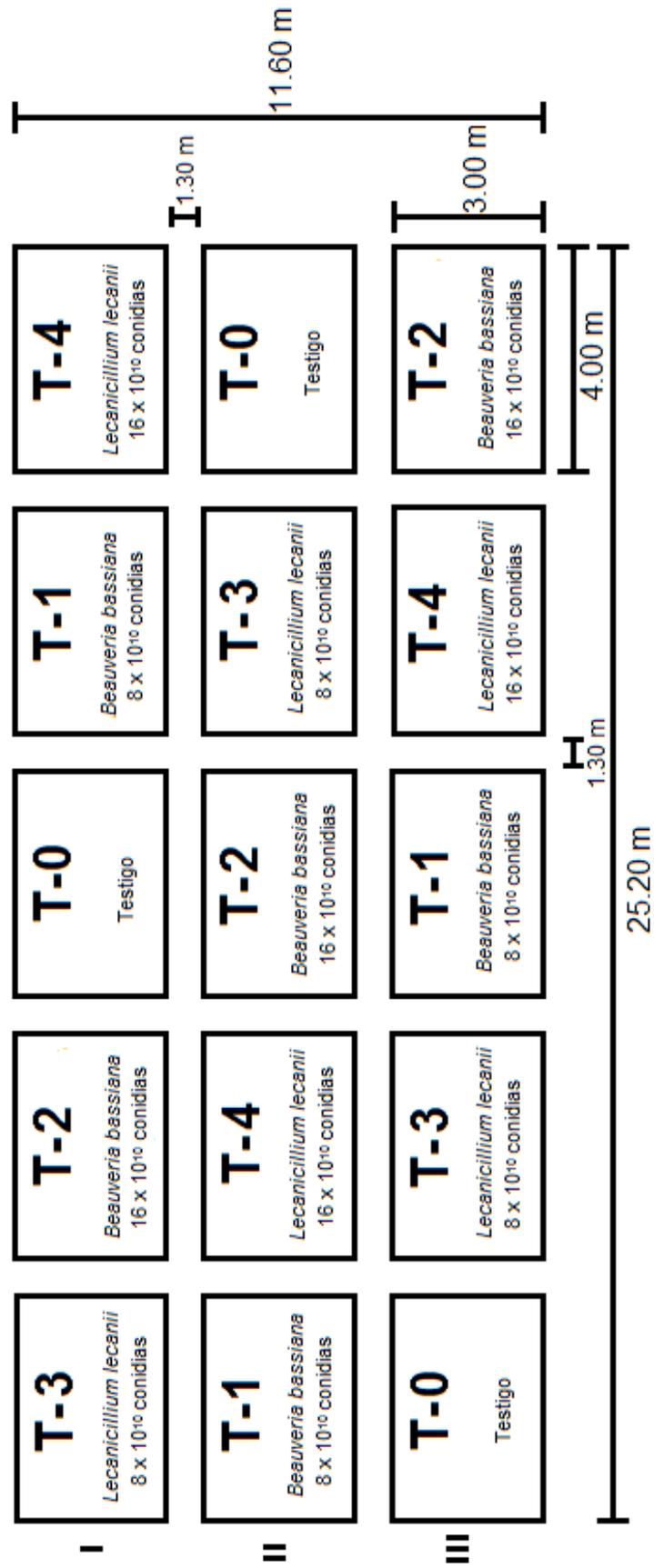


Figura 1. Diseño del campo experimental y distribución de los tratamientos

b. Evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp.

Se realizaron evaluaciones antes y después de cada aplicación, se evaluaron 10 plantas por tratamiento; evitando aquellas que se encontraban en los bordes, haciendo un total de 150 unidades muestrales. Se determinó la presencia de estadios larvales de *Pseudoplusia* sp., tomando en cuenta la siguiente escala de evaluación:

Tabla 1. Escala de grados para gusanos comedores de hojas

Grado	Descripción
1	No existen larvas comedoras de hojas.
2	0,1 - 0,5 larvas comedoras de hojas.
3	0,5 - 1 larvas comedoras de hojas.
4	1 - 2 larvas comedoras de hojas.
5	3 - 4 larvas, presencia de ligera deformación y ligero encarrujamiento de hojas.
6	Más de 5 larvas, evidente presencia de comeduras y destrozo de hojas y de regular a fuerte encarrujamiento de hojas.

Fuente: Saunders 1990.

c. Aplicación de entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*)

Se realizó tomando en consideración los siguientes tratamientos:

Tratamiento	Entomopatógeno	Dosis	Concentración de conidias en solución	Dosis/Litro
T ₀	Ninguno	-	-	-
T ₁	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.)	1,6 Kg / Cil	8 x 10 ¹⁰	8,0 g
T ₂	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.)	3,2 Kg / Cil	16 x 10 ¹⁰	16,0 g
T ₃	<i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm.)	1,6 Kg / Cil	8 x 10 ¹⁰	8,0 g
T ₄	<i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm.)	3,2 Kg / Cil	16 x 10 ¹⁰	16,0 g

c.1 Cálculo de dosis (*Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*)

Concentración = 1×10^{10} conidias / g de producto

c.1.1 Dosis baja (2 bolsas): 5,12 g/640 ml

$$\begin{array}{r} 1600 \text{ g} \text{ -----} 200 \text{ L} \\ X \text{ -----} 0,64 \text{ L} \end{array}$$

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

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

c.1.2 Dosis alta (4 bolsas): 10,24 g/640 ml

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

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

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

c.2 Preparación

Se realizó siguiendo la recomendación de SENASA - SNCB (Servicio Nacional de Sanidad Agraria - Laboratorio de Entomopatógenos):

c.2.1 Tomando en consideración los tratamientos establecidos se procedió a realizar el pesado según dosis de cada uno de los hongos entomopatógenos.

c.2.2 Según el análisis de agua realizado en laboratorio (Ver anexo 2) los valores de dureza (256,5 ppm) y acidez (6,5), superaban los niveles recomendados para ser utilizado en la aplicación del agente microbiológico, por lo que se tuvo que utilizar un corrector de pH (Cropfield pH Max).

c.2.3 En las bolsas conteniendo los hongos entomopatógenos, se procedió a agregar aceite agrícola a razón de 0,85 ml (T₁ y T₃) y 1,7 ml (T₂ y T₄), para luego frotar suavemente con las manos con la finalidad de humectar y encapsular las esporas del hongo. Luego se adicionó 100 ml de agua, cuyo pH fue previamente corregido, para permitir el desprendimiento de las esporas adheridas a los granos de arroz.

c.2.4 El contenido de cada una de las bolsas fue vertido en un volumen de agua de 21,25 ml (T₁ y T₃) y 42,5 ml (T₂ y T₄).

c.2.5 Utilizando una varilla de vidrio, se procedió a agitar con la finalidad de obtener una mezcla homogénea, para luego dejar reposar bajo sombra durante un lapso de tiempo de 10 horas.

c.2.6 Luego dicha mezcla fue vertida a través del colador que presenta la mochila de pulverización para su posterior aplicación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Efecto de *Beauveria bassiana* sobre larvas de *Pseudoplusia* sp.

Previo a la aplicación del entomopatógeno se realizó el conteo de larvas del insecto dañino como se observa en la primera columna de la Tabla 2. La primera evaluación se realizó el 20-III-18, a temperatura de 15,8 °C, humedad relativa de 71 % y precipitación de 18,2 mm, se registraron 31 larvas. En la segunda evaluación (05-IV-18), se obtuvo 12 larvas a temperatura de 15,2 °C, humedad relativa de 73 % y precipitación de 4 mm. En la tercera evaluación (20-IV-18), se encontró 7 larvas a temperatura de 14,7 °C, humedad relativa de 58 % y sin precipitación; y en la última evaluación (05-V-18) con una temperatura de 15,7 °C, humedad relativa de 63 %, sin precipitación; se observó 3 larvas.

4.1.1 Tratamiento 1 (T₁): 8 x 10¹⁰ conidias

Durante el experimento se realizaron cuatro aplicaciones de *Beauveria bassiana* obteniendo como resultado larvas enfermas y muertas que se detallan en la Tabla 2. A través de promedios; a los 5 días de realizado la aplicación; se registraron 6 larvas enfermas y 3 muertas, de un total de 14 larvas evaluadas. Después de 10 días, se registraron 4 larvas enfermas y 6 muertas, de un total de 11 larvas evaluadas.

Tabla 2. Efecto de *Beauveria bassiana* en larvas de *Pseudoplusia* sp. antes y después de cada aplicación de este entomopatógeno (marzo a mayo del 2018)

Fecha de aplicación	Evaluación inicial	Evaluación posterior							
		5 días				10 días			
	Número de larvas evaluadas	Fecha	Número de larvas evaluadas	Número de larvas enfermas	Número de larvas muertas	Fecha	Número de larvas evaluadas	Número de larvas enfermas	Número de larvas muertas
20/03	31	25/03	26	4	4	30/03	17	5	8
05/04	12	10/04	15	11	2	15/04	14	5	8
20/04	7	25/04	8	6	2	30/04	11	4	7
05/05	3	10/05	7	4	2	15/05	2	0	2
Promedio	13		14	6	3		11	4	6

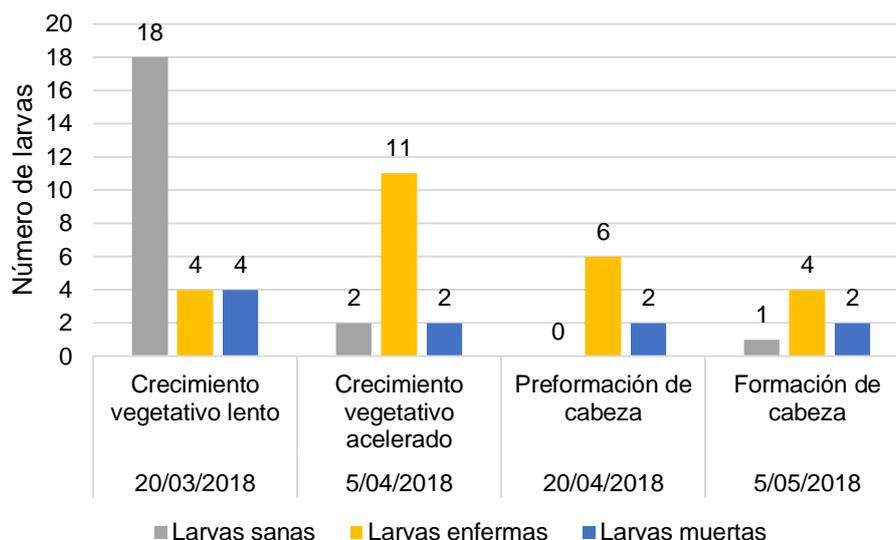


Figura 2. Número de larvas sanas, enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al quinto día de aplicación de *Beauveria bassiana*

En la Figura 2, se observa que, al realizar la evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp., después de cinco días de la aplicación del entomopatógeno, cuando el repollo estaba en crecimiento vegetativo lento (20 de marzo), se determinó 18 larvas sanas, 4 enfermas y 4 muertas. Durante el crecimiento vegetativo acelerado (05 de abril), se registraron 2 larvas sanas, 11 enfermas y 2 muertas. En estado fenológico de preformación de cabeza (20 de abril), hubo 6 larvas enfermas y 2 muertas. Las evaluaciones en la formación de cabeza (05 de mayo), se determinó una larva sana, 4 enfermas y 2 muertas. La baja mortalidad en las fechas de evaluación 5 y 20 de abril y el 5 de mayo están relacionadas con las condiciones ambientales que influyeron en la limitada adhesión e infección del agente microbiológico.

Como lo reporta Ferrón (1978), quien indica que se necesita una humedad relativa mayor al 90 % durante las 10 primeras horas para que el entomopatógeno haga efecto. Robert y Yendol (2001), mencionan que *B. bassiana* requiere un óptimo de 20 °C de temperatura aunque prospera de 5 - 30 °C

Shaenffemberg (1999), refiere que cuando la humedad en el suelo oscila entre 92,5 a 100 % el hongo puede sobrevivir produciendo hifas reproductivas que dan lugar a nuevos conidios. En cuanto a la luz solar, Méndez (2004), menciona que es importante para los conidios, cualquiera que sea el tiempo de exposición; la vida media de estos es de 1 a 2 días, sin embargo, los conidios protegidos sobreviven por mucho tiempo, el

hongo protegido en cadáveres de insectos, en condiciones de campo, se mantienen estables sin pérdidas de viabilidad, en la presente investigación se tuvo en cuenta el momento de aplicación (días nublados y en horas de la tarde). Laves (2003), recomienda estas sugerencias con el objetivo de evitar los efectos de la radiación de onda corta, o garantizar que las unidades infectivas penetren en el interior de la larva para que sean protegidas en los días posteriores. Al respecto Ignoffo (1999), menciona que los conidios de *Beauveria bassiana* y *Nomuraea rileyi* tienen una vida media de 48 - 72 horas y 48 - 196 horas respectivamente, bajo luz solar.

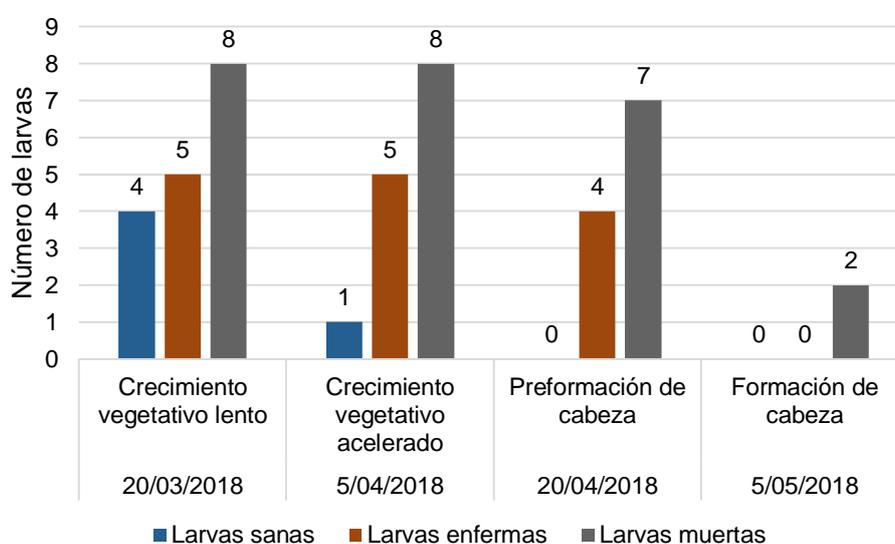


Figura 3. Número de larvas sanas, enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al décimo día de aplicación de *Beauveria bassiana*

En la Figura 3, se observa que, al realizar la evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp., después de diez días de la aplicación del entomopatógeno, cuando el repollo estaba en crecimiento vegetativo lento (20 de marzo), se determinó 4 larvas sanas, 5 enfermas y 8 muertas. Durante crecimiento vegetativo acelerado (05 de abril), se registró una larva sana, 5 enfermas y 8 muertas. En el crecimiento de preformación de cabeza (20 de abril), se registraron 4 larvas enfermas y 7 muertas. Las evaluaciones en la formación de cabeza (05 de mayo), se determinó 2 larvas muertas. El número de larvas enfermas tiende a disminuir en los días posteriores a las aplicaciones desde la primera hasta la tercera aplicación y en la cuarta evaluación no se registran larvas enfermas, la efectividad del entomopatógeno pudo deberse a las condiciones ambientales favorables (Ver anexo 4) que influyeron en la adhesión e infección del agente microbiológico.

4.1.2 Tratamiento 2 (T₂): 16 x 10¹⁰ conidias

Previo a la aplicación de entomopatígeno se realizó el conteo de larvas del insecto dañino como se observa en la primera columna de la Tabla 3. La primera evaluación se realizó el 20-III-18, a temperatura de 15,8 °C, humedad relativa de 71 % y precipitación de 18,2 mm, se registraron 38 larvas, en la segunda evaluación (05-IV-18), se obtuvo 10 larvas a temperatura de 15,2 °C, humedad relativa de 73 % y precipitación de 4 mm. En la tercera evaluación (20-IV-18), se encontró 3 larvas a temperatura de 14,7 °C, humedad relativa de 58 % y sin precipitación; y en la última evaluación (05-V-18), con una temperatura de 15,7 °C, humedad relativa de 63 %, sin precipitación; no observo larvas.

Durante el experimento se realizaron cuatro aplicaciones de *Beauveria bassiana* obteniendo como resultado larvas enfermas y muertas que se detallan en la Tabla 3. a través de promedios; a los 5 días de realizado la aplicación del hongo; se registraron 8 larvas enfermas y 5 muertas, de un total de 15 larvas evaluadas. Después de 10 días, se registraron 7 larvas enfermas y 8 muertas, de un total de 15 larvas evaluadas.

Tabla 3. Efecto de *Beauveria bassiana* en larvas de *Pseudoplusia* sp. antes y después de cada aplicación de este entomopatígeno (marzo a mayo del 2018)

Fecha de aplicación	Evaluación inicial	Evaluación posterior							
		5 días				10 días			
	Número de larvas evaluadas	Fecha	Número de larvas evaluadas	Número de larvas enfermas	Número de larvas Muertas	Fecha	Número de larvas evaluadas	Número de larvas enfermas	Número de larvas muertas
20/03	38	25/03	23	8	4	30/03	17	9	12
05/04	10	10/04	19	14	5	15/04	14	6	10
20/04	3	25/04	4	8	5	30/04	11	8	8
05/05	0	10/05	5	1	4	15/05	2	4	1
Promedio	13		15	8	5		15	7	8

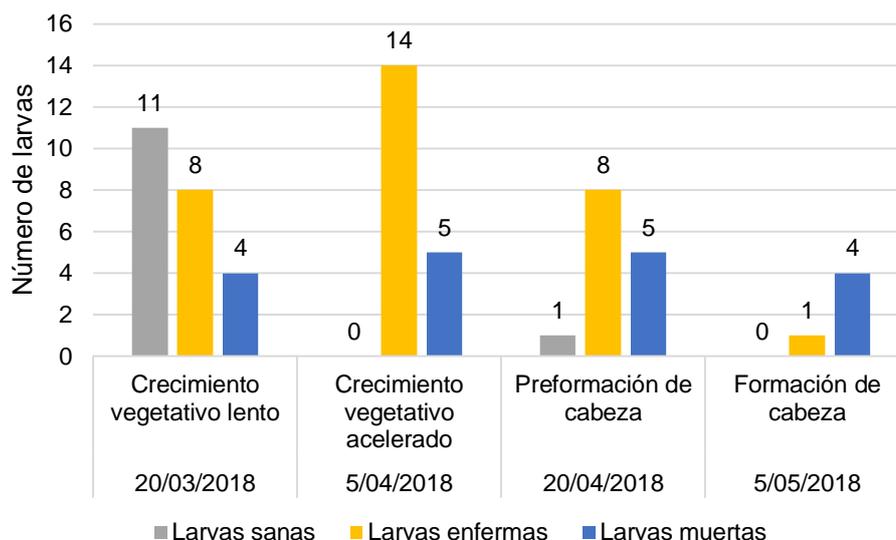


Figura 4. Número de larvas sanas, enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al quinto día de aplicación de *Beauveria bassiana*

En la Figura 4, se observa que, al realizar la evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp., después de cinco días de la aplicación del entomopatógeno, cuando el repollo estaba en crecimiento vegetativo lento (20 de marzo), se determinó 11 larvas sanas, 8 enfermas y 4 muertas. Durante el crecimiento vegetativo acelerado (05 de abril), se registró 14 larvas enfermas y 5 muertas. En el crecimiento de preformación de cabeza (20 de marzo), se registraron una larva sana, 8 enfermas y 5 muertas. En la formación de cabeza (05 de mayo), se determinó una larva enferma y 4 muertas. La baja mortalidad en las fechas de evaluación 20 de marzo y el 5 de mayo están relacionadas con las condiciones ambientales (Ver anexo 4), que influyeron en la limitada adhesión e infección del agente microbiológico.

Al respecto Ferrón (1978), indica que se necesita una humedad relativa mayor al 90 % durante las primeras horas. Así mismo, Fargues *et al.* (1998), refieren que el crecimiento se alcanzó a 25 °C, pero cuando los valores de temperatura están en el rango de 28 °C a 37 °C el crecimiento es limitado.

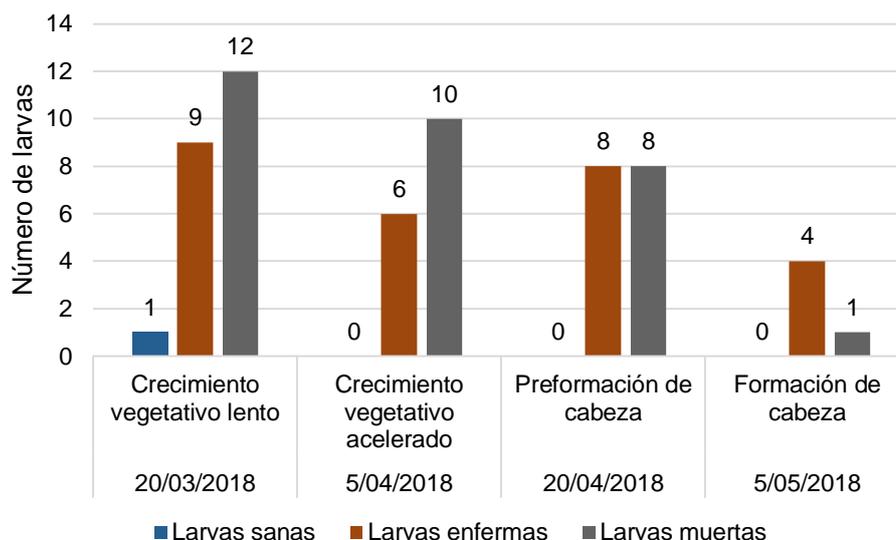


Figura 5. Número de larvas sanas, enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al décimo día de aplicación de *Beauveria bassiana*

En la Figura 5, se observa que, al realizar la evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp., después de cinco días de la aplicación del entomopatógeno, cuando el repollo estaba en crecimiento vegetativo lento (20 de marzo), se determinó una larva sana, 9 enfermas y 12 muertas. En el crecimiento vegetativo acelerado (05 de abril), se registró 6 larvas enfermas y 10 muertas. En el crecimiento de preformación de cabeza (20 de abril), se registraron 8 larvas enfermas y 8 muertas. En la formación de cabeza (05 de mayo), se determinó 4 larvas enfermas y una muerta. La alta mortalidad en el 20 de abril está relacionada con la cantidad del entomopatógeno y su efectividad en esta plaga, la disminución es a lo largo de las evaluaciones fue por la eficiencia del mismo.

Las condiciones ambientales influyeron en la adhesión e infección del agente microbiológico ya que se necesita una humedad relativa mayor al 90 % durante las primeras horas así lo refiere Ferrón (1998), además según Robert y Yendol (2001), los requerimientos de temperatura varían para este hongo en un rango de 5 - 30 °C con un óptimo de 20 a 30 °C.

4.2 Efecto de *Lecanicillium lecanii* en larvas de *Pseudoplusia* sp.

Previo a la aplicación del entomopatógeno se realizó el conteo de larvas del insecto dañino como se observa en la primera columna de la Tabla 4. La primera evaluación se ejecutó el 20-III-18, a temperatura de 15,8 °C, humedad relativa de 71 % y precipitación de 18,2 mm, se registraron 33 larvas; en la segunda evaluación (05-IV-18), se obtuvo 17 larvas a temperatura de 15,2 °C, humedad relativa de 73 % y precipitación de 4 mm. En la tercera evaluación (20-IV-18), se encontró 10 larvas a temperatura de 14,7 °C, humedad relativa de 58 % y sin precipitación y en la última evaluación (05-V-18), con una temperatura de 15,7 °C, humedad relativa de 63 %, sin precipitación, se registraron 3 larvas.

4.2.1 Tratamiento 3 (T₃): 8 x 10¹⁰ conidias

Durante el experimento se realizaron cuatro aplicaciones de *Lecanicillium lecanii* obteniendo como resultado larvas enfermas y muertas que se detallan en la Tabla 4. a través de promedios; a los 5 días de realizado la aplicación; se registraron 4 larvas enfermas y 2 muertas, de un total de 15 larvas evaluadas. Después de 10 días se registraron 4 larvas enfermas y 4 muertas, de un total de 12 larvas evaluadas.

Tabla 4. Efecto de *Lecanicillium lecanii* en larvas de *Pseudoplusia* sp. antes y después de cada aplicación de este entomopatógeno (marzo a mayo del 2018)

Fecha de aplicación	Evaluación inicial	Evaluación posterior							
		5 días				10 días			
	Número de larvas evaluadas	Fecha	Número de larvas evaluadas	Número de larvas enfermas	Número de larvas muertas	Fecha	Número de larvas evaluadas	Número de larvas enfermas	Número de larvas muertas
20/03	33	25/03	27	0	1	30/03	21	3	3
05/04	17	10/04	17	4	4	15/04	12	4	4
20/04	10	25/04	11	5	1	30/04	11	5	5
05/05	3	10/05	6	5	1	15/05	4	2	2
Promedio	16		15	4	2		12	4	4

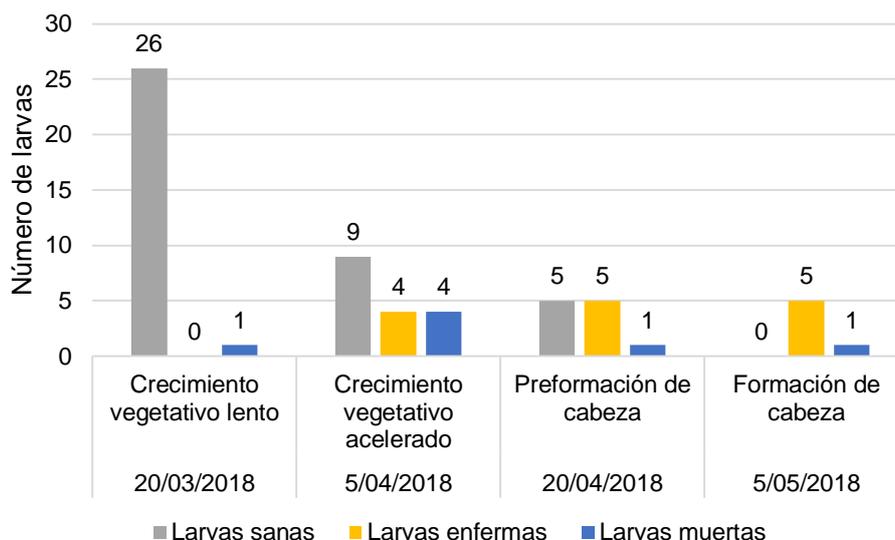


Figura 6. Número de larvas sanas, enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al quinto día de aplicación de *Lecanicillium lecanii*

En la Figura 6, se observa que, al realizar la evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp., después de cinco días de la aplicación del entomopatógeno, cuando el repollo estaba en crecimiento vegetativo lento (20 de marzo), se determinó 26 larvas sanas y una muerta. En el crecimiento vegetativo acelerado (05 de abril) se registró 9 larvas sanas, 4 enfermas y 4 muertas, Durante el crecimiento de preformación de cabeza (20 de abril), se registraron 5 larvas sanas, 5 enfermas y una muerta. En la formación de cabeza (05 de mayo), se determinó 5 larvas enfermas y una muerta. El número de larvas enfermas y muertas tiende a incrementarse a los días posteriores a las aplicaciones, esto debido a las condiciones ambientales favorables (Ver anexo 4), que influyeron en la adhesión e infección del agente microbiológico.

Al respecto Alatorre (2002), expresa que la humedad relativa es a menudo considerada el factor abiótico más importante en la epizootiología del entomopatógeno, la germinación y la esporulación del hongo depende de que la humedad relativa supere el 85 % durante los 3 primeros días luego de la aplicación. En el caso de la presente investigación la humedad relativa se mantuvo por debajo del 75 %. Además Seman (1998), menciona que la temperatura influye de forma variable, observándose una cierta adaptación cuando hay una adherencia de la espora en los primeros días luego de la aplicación del entomopatógeno.

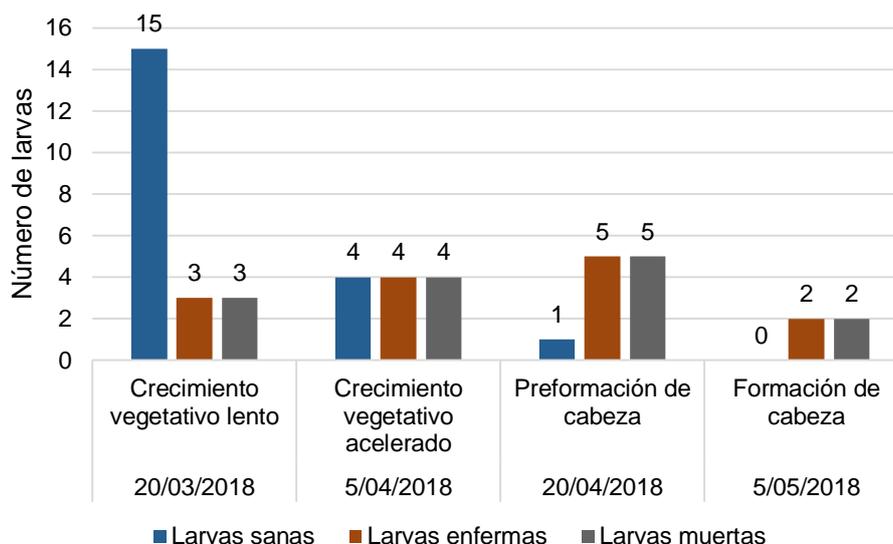


Figura 7. Número de larvas sanas, enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al décimo día de aplicación de *Lecanicillium lecanii*

En la Figura 7, se observa que, al realizar la evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp., después de cinco días de la aplicación del entomopatógeno, cuando el repollo estaba en crecimiento vegetativo lento (20 de marzo), se determinó 15 larvas sanas, 3 enfermas y 3 muertas. Durante crecimiento vegetativo acelerado (05 de abril), se registró 4 larvas sanas, 4 enfermas y 4 muertas. En el crecimiento de preformación de cabeza (20 de abril), se registraron una larva sana, 5 enfermas y 5 muertas. En la formación de cabeza (05 de mayo), se determinó 2 larvas enfermas y 2 muertas. El número de larvas enfermas y muertas tiende a incrementarse a los días posteriores a las aplicaciones, esto debido a las condiciones ambientales (Ver anexo 4) favorables que influyeron en la adhesión e infección del agente microbiológico.

4.2.2 Tratamiento 4 (T₄): 16 x 10¹⁰ conidias

Previo a la aplicación del entomopatógeno se realizó el conteo de larvas del insecto dañino como se observa en la primera columna de la Tabla 5. La primera evaluación se ejecutó el 20-III-18, a temperatura de 15,8 °C, humedad relativa de 71 % y precipitación de 18,2 mm se registraron 35 larvas. En la segunda evaluación (05-IV-18), se obtuvo 13 larvas a temperatura de 15,2 °C, humedad relativa de 73 % y precipitación de 4 mm. En la tercera evaluación (20-IV-18), se registró 10 larvas a temperatura de 14,7 °C, humedad relativa de 58 % y sin precipitación y en la última (05-V-18), a temperatura de 15,7 °C, humedad relativa de 63 %, sin precipitación; se observó 2 larvas.

Durante el experimento se realizaron cuatro aplicaciones de *Lecanicillium lecanii* obteniendo como resultado larvas enfermas y muertas que se detallan en la Tabla 5. A través de promedios; a los 5 días de realizado la aplicación; se registraron 6 larvas enfermas y 3 muertas, de un total de 13 larvas evaluadas. Después de 10 días se registraron 4 larvas enfermas y 5 muertas, de un total de 13 larvas evaluadas.

Tabla 5. Efecto de *Lecanicillium lecanii* en larvas de *Pseudoplusia* sp. antes y después de cada aplicación de este entomopatógeno (marzo a mayo del 2018)

Fecha de aplicación	Evaluación inicial Número de larvas evaluadas	Evaluación posterior							
		5 días				10 días			
		Fecha	Número de larvas evaluadas	Número de larvas enfermas	Número de larvas muertas	Fecha	Número de larvas evaluadas	Número de larvas enfermas	Número de larvas muertas
20/03	35	25/03	22	2	4	30/03	24	3	6
05/04	13	10/04	12	7	2	15/04	12	6	5
20/04	10	25/04	11	8	2	30/04	10	5	4
05/05	2	10/05	7	5	2	15/05	7	2	2
Promedio	15		13	6	3		13	4	5

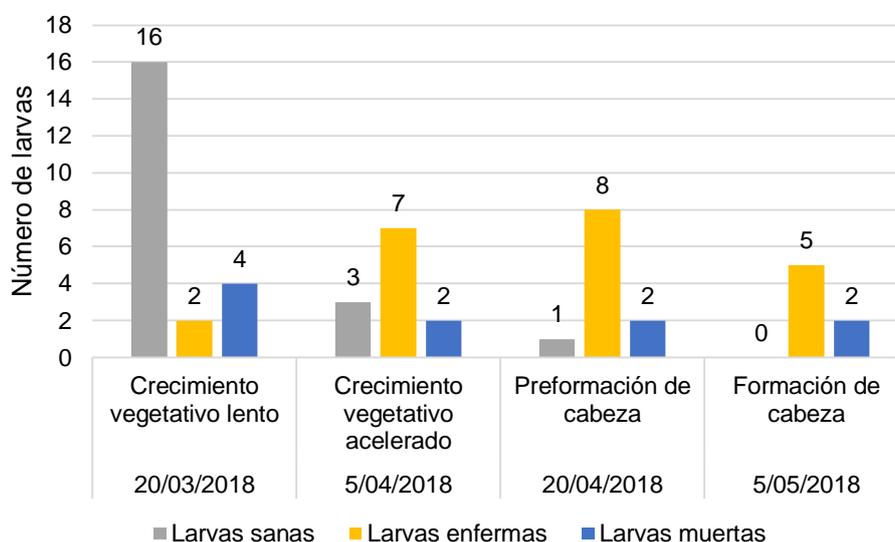


Figura 8. Número de larvas sanas, enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al quinto día de aplicación de *Lecanicillium lecanii*

En la Figura 8, se observa que, al realizar la evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp., después de cinco días de la aplicación del entomopatógeno, cuando el repollo estaba en crecimiento vegetativo lento (20 de marzo), se determinó 16 larvas sanas, 2 enfermas y 4 muertas. En el crecimiento vegetativo acelerado (05 de abril), se registraron 3 larvas sanas, 7 enfermas y 2 muertas. En el estado fenológico de preformación de cabeza (20 de abril), se registraron una larva sana, 8 enfermas y 2 muertas. Y en la formación de cabeza (05 de mayo), se determinó 5 larvas enfermas y 2 muertas.

El número de larvas enfermas se incrementan a los días posteriores de las aplicaciones desde la primera hasta la tercera aplicación, esto debido a las condiciones ambientales favorables (Ver anexo 4), que influyeron en la adhesión e infección del agente microbiológico. Al respecto Monzón (2001), refiere que se debe considerar la dosis del entomopatógeno, por lo que, a mayor cantidad de esporas, mayor es la cantidad de hongos adheridos a la cutícula del insecto y es por ello que hay mayor cantidad de larvas enfermas.

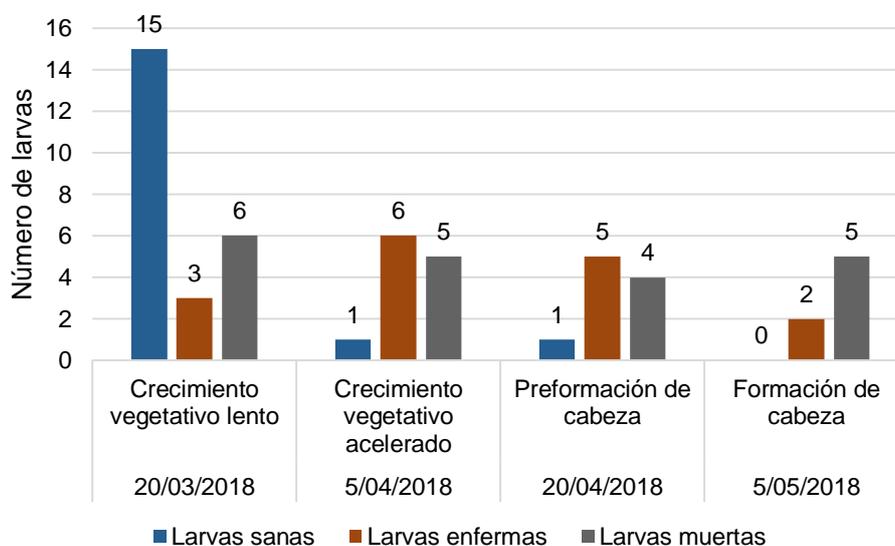


Figura 9. Número de larvas sanas, enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al décimo día de aplicación de *Lecanicillium lecanii*

En la Figura 9, se observa que, al realizar la evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp., después de cinco días de la aplicación del entomopatógeno, cuando el repollo estaba en crecimiento vegetativo lento (20 de marzo), se determinó 15 larvas sanas, 3 enfermas y 6 muertas. En el crecimiento vegetativo acelerado (05 de abril), se registraron una larva sana, 6 enfermas y 5 muertas. En el estado fenológico de preformación de cabeza

(20 de abril), se registraron una larva sana, 5 enfermas y 4 muertas. Y en la formación de cabeza (05 de mayo), se determinó 2 larvas enfermas y 5 muertas. El número de larvas enfermas tiende a incrementarse en la segunda evaluación y disminuye en las evaluaciones posteriores. Samson *et al.* (1998), menciona que es una práctica agrícola en constante crecimiento que busca la destrucción total o parcial del insecto plaga.

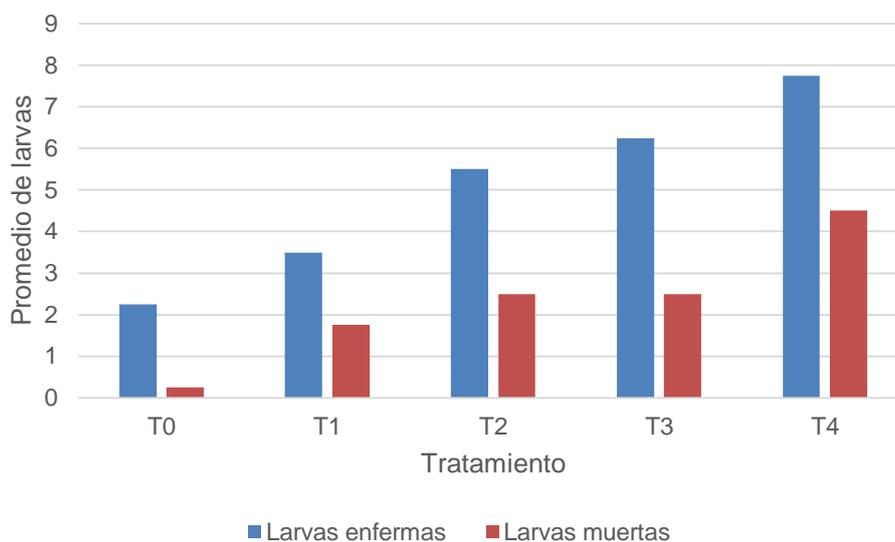


Figura 10. Comparación entre tratamientos del número de larvas enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al quinto día de aplicación de *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*

En la Figura 10, se observa que en la evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp., después de cinco días de la aplicación, el T₄, generó un mayor efecto al provocar la muerte de 4 larvas y enfermar a 7 de ellas. En un experimento realizado por Riba *et al.* (1984), probaron *Beauveria bassiana* contra larvas de noctuidos de maíz, el hongo fue capaz de controlar en un 73 %, en comparación con el experimento realizado se obtuvo 52,54 % de larvas muertas, este bajo porcentaje estuvo influenciado principalmente por humedad relativa que no sobrepasa al 75 % y al respecto Ferrón (1978), indica que la humedad relativa tiene que superar el 90 % para que haya una respuesta eficiente del hongo entomopatógeno.

Arnold (2003), utilizó dicho hongo entomopatógeno contra el barrenador europeo del maíz *Ostrinia nubilalis* (Hubner), en ensayos preliminares al campo abierto para probar la potencialidad de este método de lucha en Francia, por otro lado, Steinhau (1969), agrupó además a otros insectos susceptibles a *B. bassiana* tal como la chinche apestosa

Blissus cecaptenia (Say), que resultó susceptible a un ataque natural de la muscardina que puede reducir 60 % las poblaciones de insectos. Así mismo, Montejo (1989), en Cuba se señala como actúa este entomopatógeno luego de los dos días de aplicación, los insectos susceptibles son: *Cosmopolites sordidus* (Germar), *Cylas formicarius* (F.) y algunas especies de Lepidópteros como *Diatraea saccharalis* (F.) y *Spodoptera frugiperda* (A) logrando una mortalidad de más 50 %.

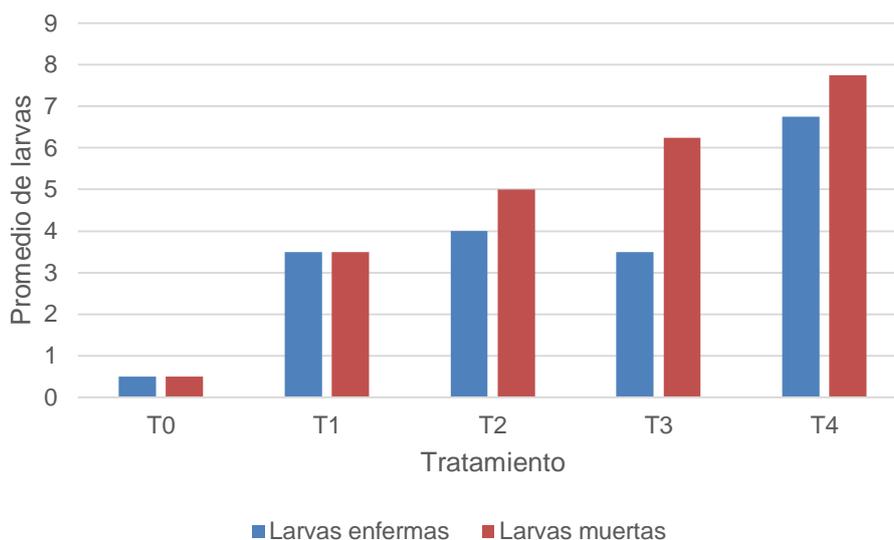


Figura 11. Comparación entre tratamientos del número de larvas enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al décimo día de aplicación de *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*

En la Figura 11, se observa que en la evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp., después de diez días de la aplicación, el T₄, generó un mayor efecto al provocar la muerte de 7 larvas y enfermar a 7 de ellas. Innoffo *et al* (1999) probaron en Boverin (biopreparado formulado en Rusia) en un ensayo a campo abierto con *Pieris rapae* (L.), *Plutella xylostella* (L.) y *Pseudoplusia* sp; logrando la reducción del 50 % de las poblaciones de *Pseudoplusia* sp. En un experimento realizado por Burdeos y Villacarlos (1996), con plagas claves de brassicaceas usando una dosis de $1,54 \times 10^7$ conidios/ml del hongo *Beauveria bassiana* y a los 4 días obtuvieron un 50 % de mortalidad, en comparación con el experimento realizado a los 5 días de evaluación se obtuvo 17,86 % de larvas muertas, este bajo porcentaje está influenciado principalmente por humedad relativa que no sobrepasa al 75 %.

Gardner *et al.* (2001), aplicaron el entomopatógeno sobre follaje de soya, contra larvas de la Familia Noctuidae, la mortalidad se redujo a la mitad entre los 10 y 15 días después de su aplicación, considerando en el estudio la población de larvas de *Pseudoplusia* sp, que se redujo a 56,82 %.

Según Dagoberto *et al.* (1999), en algunas regiones de Argentina este entomopatógeno ha provocado hasta 95 % de mortalidad a los 12 días en larvas invernantes de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de arroz; se debe de considerar que a más días pasados la muerte de la plaga se va a notar más por el tiempo que demora en infestar en hongo dentro de la larva.

Según Hussey y Tinsley (1998), señalan que un ejemplo significativo de la utilización del hongo entomopatógeno en el control de *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) en gran escala se reporta en China; este entomopatógeno fue aplicado en 1977 en un área de aproximadamente 400 000 ha de maíz; los daños en las plantas llegaron al 60 % antes de aplicar *B. bassiana*. Después de cinco años de implantación del programa los daños fueron disminuyendo progresivamente llegando sólo al 2 %.

Ayala (2000), probó el efecto *B. bassiana* sobre *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) y obtuvieron resultados superiores al 90 % de efectividad a campo abierto, esta efectividad del ensayo se acerca a la efectividad que tiene este entomopatógeno contra los coleópteros, en la presente investigación se obtuvo 52,54 % de muerte de larvas de *Pseudoplusia* sp.

4.2.3 Comparación del efecto entre *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 6), muestran que no existe significación estadística para la interacción de los factores (hongo vs dosis), dado que, el valor de significación (p-Valor = 0,617) para esta fuente de variación, es mayor al 0,05, este resultado indica que los factores (hongo vs dosis) presentan efectos independientes en la mortalidad de larvas de *Pseudoplusia* sp (Walker), así mismo, no existe significación estadística para los efectos independientes del factor hongo, dado que, el valor de significación (p-Valor = 0,128) es mayor al 0,05, es decir, que los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *L. lecanii* causan efectos significativos en la mortalidad de larvas independientemente. El factor cantidad no presentó significación estadística, dado que, el valor de significación (p-Valor = 0,307) es mayor al 0,05.

El coeficiente de variación (CV = 25,65 %), indica la variabilidad de los resultados para la variable evaluada (mortalidad de larvas). Esta variabilidad posiblemente se encuentra relacionada con la respuesta distinta de las larvas a las dosis de los tratamientos, esto asociado a otros posibles factores que afectaron la mortalidad de larvas.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el factor hongo antagonista (Tabla 7 y Figura 22), indica que el mejor resultado se obtuvo al emplear *Beauveria bassiana* (en promedio 3 larvas muertas). Este resultado es estadísticamente superior al encontrado con *L. lecanii* (en promedio 2 larvas muertas).

En la Figura 13, se observa que las combinaciones (hongo vs dosis) presentan mayor efecto que el testigo, este último presentó cero larvas muertas por tratamiento.

Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de larvas muertas

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F Calculado	p-valor
Bloque	2,42	3	0,81	2,52	0,1241
Hongo (H)	0,9	1	0,9	2,8	0,1284
Cantidad (C)	0,38	1	0,38	1,17	0,3073
H*C	0,09	1	0,09	0,27	0,6177
Error	2,88	9	0,32		
Total	6,66	15			

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para los niveles del factor hongo entomopatógeno

Hongo Entomopatógeno	Mortalidad de larvas	Significación al 5 %
<i>Beauveria bassiana</i>	3	A
<i>Lecanicillium lecanii</i>	2	B

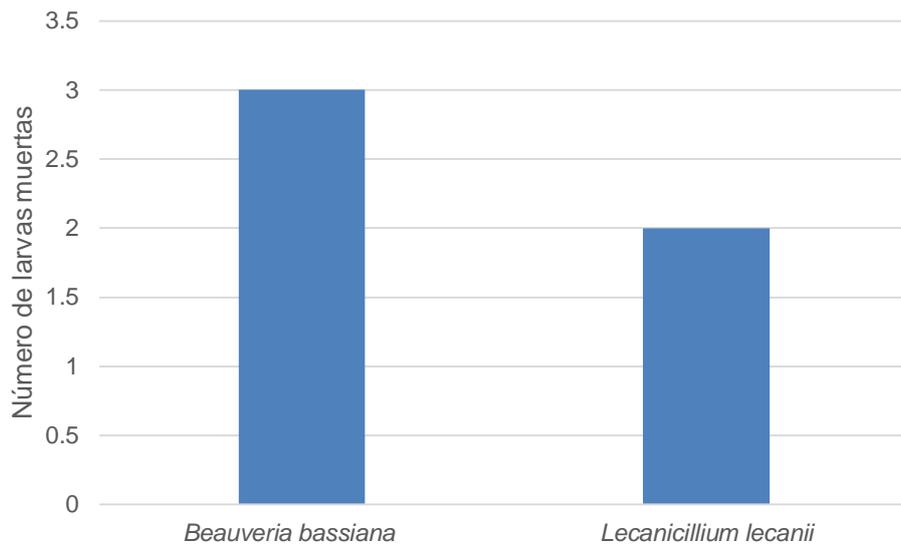


Figura 12. Comparación del efecto entre *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*

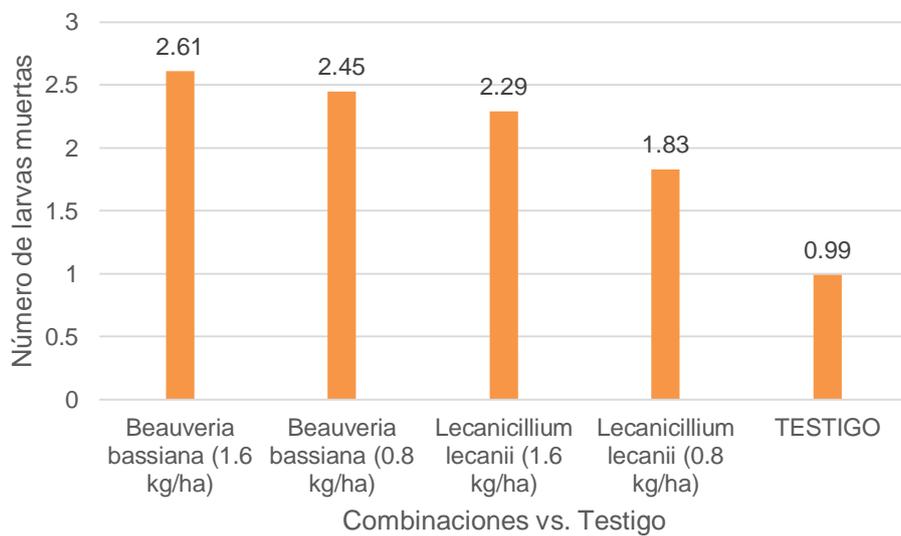


Figura 13. Comparación del efecto de tratamientos entre *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

- El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* ($T_2 = 16 \times 10^{10}$ conidias/litro) fue el que ocasionó la mayor mortalidad (29,51 %) sobre larvas de *Pseudoplusia* sp., luego de cinco días de su aplicación, superando al hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii* (19,23 %). Así mismo, fue el que ocasionó la mayor mortalidad (52,54 %) sobre larvas de *Pseudoplusia* sp., luego de diez días de su aplicación, superando al hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii* (37,74 %).

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. 2006. Evaluación de hongos entomopatógenos como controladores biológicos de *Scutigerella immaculata*. Tesis Ing. Ciudad de Bogotá, Colombia, PUJ. 79 p.
- Agrios, G. 1997. Fitopatología. Limusa. México. 930 p.
- Alatorre, R. 2002. Epizootiología de enfermedades de insectos. Memorias del III curso de control biológico. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de México. México. 195 p.
- Alcázar, S; Raman, V; Torres, E; Yabar, E. 2003. *Beauveria* sp.: Hongo amigo del agricultor. Boletín de la Papa. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 46 p.
- Alexopoulos, C; Mims, W. 1979. Introductory Myology. Ed. John Wiley and Sons. New York, USA. 288 p.
- Alves, B. 1996. Hongos entomopatógenos. Edición ALVES. Piracicaba, Colombia. 381 p.
- Alves, S. 1998. Control microbiano de insectos. 2ª Ed. Brasil. 45 p.
- Arnold, R. 1998. Aplicación de ensayos de campos de un mutante artificial del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill (Hyphomicetes) contra el barrenador europeo del maíz *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera - Pyralidae). C.I.D IISV. 99 p.
- Ayala, J. 2002. Ensayo sobre diferentes dosis de *Beauveria bassiana*. Cali, Colombia. 110 p.
- Bernardi, O. 2012. Análisis de riesgo de resistencia de lepidópteros plagas (Lepidoptera: Noctuidae) en proteína Cry1Ac. Tesis Doc. Ent. Piracicaba, Brasil. 116 p.

- Bolaños, C. 2014. Nivel de competitividad del sub sector hortícola en el distrito de Jesús - Provincia de Cajamarca. Tesis Economista. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 126 p.
- Burdeos, S; Villacarlos, L. 1996. Comparación patogénica de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* en adultos de *Cylas formicarius*. 7(6). USA. 571 p.
- Carreño, I. 2003. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Tesis Ing. PUJ. Colombia. 116 p.
- Castillo, P. 2009. Plagas de cultivo de soya. UNT (Universidad Nacional de Tumbes). 39 p.
- Cisneros, F. 1995. Manejo integrado de plagas. CIP. (3). Lima, Perú. 304 p.
- Dagoberto, E; Parisi, R; Lanone, N. 1999. Dinámica poblacional de *Diatraea saccharalis* (Fab.) (Lepidoptera, Pyralidae) y de sus enemigos naturales durante las campañas agrícolas 1996 - 1999. En II Congreso Nacional de maíz. 193 p.
- Dos Santos, W; Barbosa, C; Barrosa, M. 2010. Estudio de hábito de comportamiento del falso medidor en cultivos hortícolas en el Oeste de la Bahía. Londrina, Brasil. 145 p.
- Fargues, J; Maniania, K. 1998. Influencia de la temperatura in vitro Growth de entomopatógenos. Agronomía. 12(7). 564 p.
- Feller, C; Bleiholder, L; Hack, M; Hess, R; Klose, U. 1995. Phanologische Entwicklungsstadien von Gemusepflanzen, I. Zwiebel. Wurzel. Knollen und Blattgemuse. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (47). 193 - 206 p.
- Ferrón, P. 1998. Influencia relativa de muerte por el hongo infeccioso de *Beauveria bassiana* (Moniliales) en *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). 345 p.
- Fichetti, P. 2007. Los Plusineos en el cultivo de soja. Buenos Aires, Argentina. 45 p.

- Fornaris, G. 2014. Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo. Edición 158. EEA/UPR. Puerto Rico. 5 p.
- Funnichello, M; Sandinha, B; Busoli, A. 2011. Preferencia para alimentación de *Pseudoplusia includens* (Walker) por cultivares de algodón convencional y transgénico. Sao Paulo, Brasil. 167 p.
- Gardner, W; Sutton, R. 2001. Persistencia de *Beauveria bassiana*, *Nomuraea rileyi* en foliolos de soya. Vol. 6. USA. 119 p.
- Gómez, M. 2015. Uso de bioinsecticidas para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales. Vol. 6. Colombia. 22 p.
- Hegedus, D; Khachatourians, G. 1995. The impact of biotechnology on hyphomycetous fungal insect biocontrol agents. Biotechnol. Adv. Vol. 13. 455 - 490 p.
- Herrero, N. 2011. Micovirus asociados a los hongos endofíticos y entomopatógenos *Tolyocladium cylindrosporum* y *Beauveria bassiana*. Tesis Dr. Ciudad de Salamanca, España. UDS. 188 p.
- Hoyos, L. 2011. Enfermedades de plantas: control biológico. Ecoe Ediciones: UEC. Colombia. 232 p.
- Hussey, N; Tinsley, T. 1998. Impresión de insecto patógeno en las personas de República de China. Control de pestes y plantas deseadas, Londres. 795 p.
- Ignoffo, C. 1999. Environmental factors affecting persistence of entomopathogens. 75(4). Florida, USA. 525 p.
- INIA 2010. Cultivo de Hortalizas de Exportación. Huaral, Lima. 12 p.
- INIA 2016. Sanidad vegetal. Visitado en 05 de febrero del 2018. Disponible en: <http://www.inia.cl/sanidadvegetal/2016/11/07/cuncunillas/>
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología), 2010. Orugas defoliadoras (en línea). Consultado 23 de sep. 2018. Disponible en:

<http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/boletines/extension/villamariavminfoplagas2011/Infoplagas%20219.pdf>

- Laves, C. 2003. División Agrícola. Bauveril. Opción biológica para el control integrado de plagas. 345 p.
- Liogier, A. 1990. Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. Iberoamericana de Ediciones, Inc. San Juan, Puerto Rico. 81 p.
- Méndez, L. 2004. Control microbiano de la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferr.) con el hongo *Beauveria bassiana*. En el soconusco, Chiapas, México. Tesis de Ms. de Entomología y Acarología. Chapingo, México. 130 p.
- Montalva, C. 2008. Evaluación de la virulencia de dos cepas de *Lecanicillium lecanii* (Zimm). Zare y Gams para el control biológico de *Cinara cupressi* (Buckto). Tesis Ing. For. UAC. Valdivia, Chile. 35 p.
- Montejo, R. 2000. Efecto de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Heterorhabditis helioidis* sobre larvas neonatas de *Pachnaeus litus*. Tesis Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, Cuba. 83 p.
- Monzón, A. 1992. Distribución de *Verticillium* sp en tres zonas cafetaleras en Nicaragua y evaluación de dos aislamientos del hongo como agente de control biológico de la roya (*Hemileia vastatrix*) del cafeto (*Coffea arabica* L.) Tesis Mg Sc., Turrialba, Costa Rica. CATIE. 66 p.
- Monzón, A. 2001. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. (63): 95-103.
- Moretto, T. 2010. Estrategias para el manejo integrado de *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae, Plusiinae) en soja. Tesis Doc. Ent. Curitiba - Brasil. 121 p.
- Núñez, H. 2017. Efecto de *Lecanicillium lecanii* (Zimm) y *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. sobre pulgones en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en Cajamarca. Tesis Ing. Ag. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 75 p.

- Pariona, N. 2006. Evaluación de la capacidad entomocida de *Beauveria bassiana* sp. sobre *Schistocerca piceifrons peruviana* (Lynch Arribalzaga, 1903) nativos del departamento de Ayacucho. Tesis Biol. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 90 p.
- Pérez, G; Combe, I. 1998. Biología del “Gusano Medidor” *Pseudoplusia includens* (Walk.) (Lep. Noctuidae) en col. Revista Peruana de Entomología. 21 (1): 61-62 p.
- Pivaral, L. 2015. Evaluación de entomopatógenos para control de *Helicoverpa zea* en tomate. Tesis Ing. Agr. Universidad Rafael Landívar. La Asunción, Guatemala. 60 p.
- Pucheta, M; Flores, A; Rodríguez, S. 2006. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. INCI. 31(12). 856 - 860 p.
- Riba, G; Marcandier, S. 2004. Influencia de virulencia de *Beauveria bassiana* (Bals) (Vuill), patógeno de piralidos de maíz, *Ostrinia nubilalis* Hubn. 4(2). 194 p.
- Roberts, D; Yendol, W. 2001. Uso de hongos para infección y control de insectos. En microbio control. Press. 149 p.
- Saluso, A. 2012. Niveles críticos de *Pseudoplusia includens* “falsa oruga medidora” en lotes de soja del norte de Entre Ríos. Informe Especial. INTA-EEA. Paraná. 5 p.
- Sansom, R; Rombach, M. 1985. Biology of the fungin *Verticillium lecanii* and *Aschersonia*. In: Biological pest control. The glasshouse experience. Blandford, Inglaterra. 34 - 42 p.
- Seman, S. 1998. Biología y aplicación de hongos entomopatógenos. Memorias IV Curso Nacional de Control Biológico. Universidad Nacional de Nueva León. México. 36 p.
- SENAMHI 2018. Datos hidrometeorológicos. Cajamarca, Perú.

- Shaenffemberg, B. 1999. Biological and enviromental condition to the development of micosis caused by *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. Journal Invertebrate Pathology. Vol. 6. 49 p.
- Steinhaus, E. 2002. Las enfermedades microbianas de los insectos en: control biológico de plagas de insectos y malas hierbas. Paul De Bach. Edición revolucionaria. 345 - 267 p.
- Urretabizkaya, N. 2010. Insectos perjudiciales de importancia agropecuaria: Lepidópteros. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. pág. 77.
- Vaquedano, L. 2006. Efecto de la Aplicación de Hongos Entomopatógenos para el control de plagas en el cultivo de pepino, en el valle de Comayogua, Honduras. Tesis Ing. Agr. Técnico Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. 31 p.

ANEXOS

Anexo 1. Cartilla de evaluación de larvas de *Pseudoplusia* sp (Walker.), en repollo (*Brassica oleracea* var. capitata)

Lugar: _____ Estado fenológico: _____

Bloque N°: _____ Fecha: _____

Tratamiento	Número de planta	N° de larvas enfermas	N° de larvas muertas	Número total de larvas
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			

Observaciones: _____

 Firma del evaluador

Anexo 2. Resultado de análisis de agua

RONALD L. LLIQUE MORALES – CONSULTOR

Ingeniero Agrónomo

INFORME DE ENSAYO 003-2018-RLLM

1.- DATOS DEL SOLICITANTE:

NOMBRE	<i>Benjamín Cerquín Culqui</i>
DNI	<i>70194048</i>
DIRECCIÓN	<i>No refiere</i>
FECHA	<i>19/04/2018</i>

2.- DATOS DE LA MUESTRA:

MUESTRA	<i>Agua</i>
CANTIDAD/VOLUMEN	<i>1,00 litros</i>
FUENTE	<i>Caño</i>
PRODUCTOR	<i>Manuel Cerna</i>
ALTITUD	<i>2518 msnm</i>
CASERÍO	<i>Jesús</i>
DISTRITO	<i>Jesús</i>
PROVINCIA	<i>Cajamarca</i>
REGIÓN	<i>Cajamarca</i>
FECHA MUESTREO	<i>19/04/2018</i>
RESPONSABLE MUESTREO	<i>Benjamín Cerquín Culqui</i>
ENVASE	<i>Botella de vidrio, tapa plástica</i>
USO PREVISTO	<i>Aplicación de Plaguicida Biológico: Beauveria bassiana, Lecanicillium lecanii.</i>
ANÁLISIS REQUERIDOS	<i>pH y Dureza</i>

3.- DESCRIPCIÓN DEL(LOS) ENSAYO(S):

3.1.- POTENCIAL HIDRÓGENO (pH)

KIT DE PRUEBA	<i>pH – FIX MN 92110</i>
MARCA	<i>Mancherey – Nagel (Alemania)</i>
RANGO	<i>0 – 14</i>
MÉTODO DE ANÁLISIS	<i>Indicator strips</i>
REACTIVOS	<i>None</i>

3.2.- CONCENTRACIÓN CaCO₃ (DUREZA TOTAL)

KIT DE PRUEBA	<i>HI 38033 Total Hardness</i>
MARCA	<i>HANNA instruments (EE.UU.)</i>
RANGO (gpg)	<i>0 – 30 CaCO₃ (grains per gallon)</i>
RANGO (ppm)	<i>0 – 513 CaCO₃ (parts per million)</i>
MÉTODO DE ANÁLISIS	<i>EDTA titration (ethylene-diamine-tetraacetic acid)</i>
REFERENCIAS	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, 1998.</i>
REACTIVOS	<i>Buffer solution pH 10.2; Calmagite indicator and EDTA solution</i>

Pág. 1/2

RONALD L. LLIQUE MORALES – CONSULTOR

Ingeniero Agrónomo

INFORME DE ENSAYO 003-2018-RLLM

4.- RESULTADOS:

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES
pH	6,9	---
DUREZA TOTAL	239,4	ppm

5.- RECOMENDACIONES:

- De acuerdo al uso previsto declarado, se recomienda realizar la corrección de los parámetros a pH=6,0 y Dureza Total: 120 ppm de CaCO₃ como máximo. Para ello se deben utilizar correctores de pH y ablandadores de agua por separado o en simultáneo.
- Por el grado de turbidez observado se recomienda dejar en reposo el agua por 5 minutos antes de ser usada.
- Por la fuente señalada en particular (caño), se solicita que futuras muestras sean tomadas dentro de la misma hora de la presente muestra para evitar variaciones substanciales en los resultados.

Cajamarca, 19 de Abril de 2018


.....
Ing. Ronald Leonardo Llique Morales
Reg. CIP N° 54404
DNI. 26703530

Anexo 3. Galería fotográfica



Figura 14. Aplicación de hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*



Figura 15. Evaluación de larvas enfermas y muertas de *Pseudoplusia* sp., al quinto día de aplicación de los hongos entomopatógenos

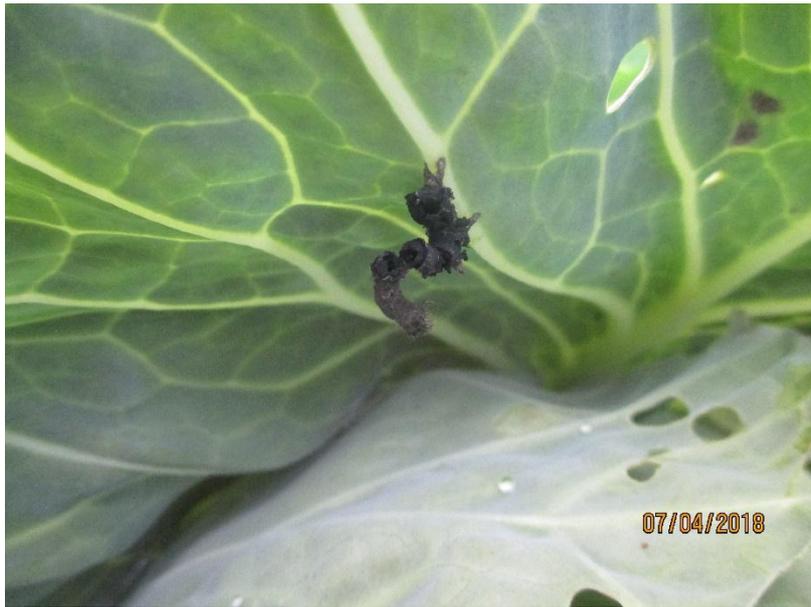


Figura 16. Larva de *Pseudoplusia* sp. luego de la aplicación del entomopatógeno *Beauveria bassiana*



Figura 17. Larva de *Pseudoplusia* sp. con presencia de micelio del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*

Anexo 4. Datos meteorológicos registrados durante la investigación (marzo a mayo de 2018)

Fecha	Temperatura Promedio (°C)	Humedad Promedio (%)	Precipitación promedio (mm)
20/03/2018	15,8	71	18,2
25/03/2018	15,9	82	7,1
30/03/2018	15,6	76	0
05/04/2018	15,2	73	4
10/04/2018	15,5	72	0,1
15/04/2018	14,5	51	0
20/04/2018	14,7	58	0
25/04/2018	15,4	66	0,6
30/04/2018	16,4	68	2,6
05/05/2018	15,7	63	0
10/05/2018	15,8	69	0
15/05/2018	14,8	66	4,2

Fuente: SENAMHI (2018)

Anexo 5. Temperatura, humedad y precipitación promedios registrados según evaluaciones

Evaluación	Temperatura Promedio (°C)	Humedad Promedio (%)	Precipitación promedio (mm)
E1	15,77	76,33	8,43
E2	15,07	65,33	1,37
E	15,50	64,00	1,07
E4	15,43	66,00	1,40
Promedio	15,44	67,92	3,07

Glosario

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

Conidias: Son esporas asexuales o móviles que se forman (exógenamente) en el ápice o en el lado de una célula esporógena.

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

Cutícula: Capa no celular que recubre al animal, en los artrópodos las células epidérmicas segregan una sustancia (principalmente quitina) que forma una estructura dura y resistente.

Encapsulamiento: Es una relación en la cual un conjunto de células se aglomeran para cubrir y eliminar grandes estructuras representadas principalmente por organismos entomopatógenos.

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

Fagocitosis: Es la respuesta primaria de hemocitos a partículas pequeñas como bacterias o esporas, en este proceso los hemocitos forman pseudópodos, estructurando los fagocitos.

Gemación: Típica reproducción de hongos, es una formación de yemas o excrecencias que conducen a la multiplicación asexual.

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.

Inmunomodulatoria: Sustancias tóxicas que produce un agente infeccioso como hongos, bacterias o virus.

Integumento: Cobertura natural de un organismo o un órgano, en un insecto se le conoce como exoesqueleto, que es el esqueleto externo que recubre todo el cuerpo.

Melanización: En los insectos se produce un acumulo de melanina en torno al parásito invasor que puede llegar a producir la muerte del mismo.

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

Nodulación: Son agregados hemocíticos multicelulares que pueden capturar un gran número de bacterias en un material extracelular.

Prepupa: Último instar larval, inactivo, con cambios internos para pasar al estadio de pupa.