

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DE CUATRO ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL
IN VITRO DEL ESCARABAJO DEFOLIADOR (*Disonycha* sp.) EN
EL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.)**

TESIS

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

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ENNER ALBERTO ARIAS MEDINA

ASESORES:

Ing. ALONSO VELA AHUMADA

Ing. RONALD LEONARDO LLIQUE MORALES

CAJAMARCA – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Norte de la Universidad Peruana
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

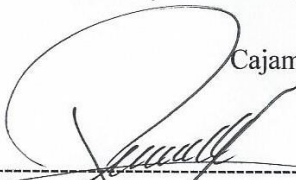
En Cajamarca, a los 24 días del mes de agosto del año dos mil dieciocho, se reunieron en el ambiente 2A - 205 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 253-2018-FCA-UNC, Fecha 13 de junio del 2018, con el objetivo de evaluar la sustentación de la Tesis titulada: “EFECTO DE CUATRO ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL IN VITRO DEL ESCARABAJO DEFOLIADOR (*Disonycha* sp.) EN EL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.)”, la misma que fue sustentada por el Bachiller en Agronomía ENNER ALBERTO ARIAS MEDINA, para optar el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las 10 horas y 15 minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición de la Tesis, formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado; el Presidente del Jurado anunció la Aprobación por Unanimidad con el calificativo de Quince (15) con fines de Titulación correspondiente.


Por lo tanto, el graduando queda expedito para que se le expida el Título Profesional correspondiente.

A las 12 horas y 10 minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

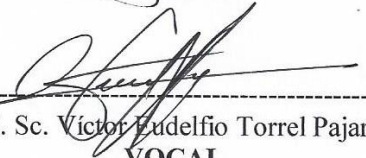
Cajamarca, 24 de agosto del 2018.



Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez
PRESIDENTE



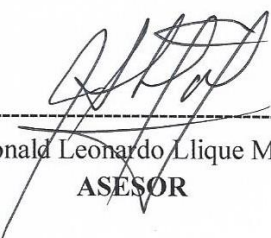
Ing. M. Sc. Alfredo Quispe Urteaga
SECRETARIO



Ing. M. Sc. Víctor Eudelfio Torrel Pajares
VOCAL



Ing. M. Sc. Alonso Vela Ahumada
ASESOR



Ing. Ronald Leonardo Llique Morales
ASESOR

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando estado a punto de caer; por ello, con toda la humildad que mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A mis padres, Alberto Arias Chávez y María Medina Terrones, porque son los principales motores de mi vida, por su apoyo moral, económico y por todo el infinito amor que me brindan día a día.

A mis hermanos, Uber, Leyla y Rosmery; por todo su apoyo, amor y cariño; por estar en todo momento a mi lado.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida, la salud, por su protección que nos brinda día a día y por permitir a que este trabajo de investigación se haga realidad.

A mis asesores de tesis, el ing. Alonso Vela Ahumada y el ing. Ronald Leonardo Llique Morales, por su asistencia técnica que ellos me brindaron en el desarrollo de toda la investigación.

A la Gerencia General, Dirección del SENASA Cajamarca y personal de la institución.

A la Gerencia General y personal de la empresa “Finca Tradiciones S.A.C”; por permitir que el trabajo de campo se desarrolle en su empresa.

Al ing. Jhon Anthony Vergara Copacandori, por su apoyo técnico en el presente trabajo de tesis.

A mis padres y familiares, que me apoyaron de forma desinteresada en todo momento de mi vida.

A mis amigos Fredy Cieza y David Idrugo, por su apoyo desinteresado que me brindaron en el proceso de investigación.

EL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades del cultivo.....	3
2.1.1. Origen e historia	3
2.1.2. Taxonomía	4
2.1.3. Morfología	4
2.1.4. Raíz	4
2.1.5. Tallo.....	5
2.1.6. Hojas	5
2.1.7. Flor e inflorescencia	5
2.1.8. Fruto	6
2.1.9. Semilla.....	6
2.1.10. Ciclo del cultivo.....	6
2.1.11. Fenología	7
2.1.12. Propiedades nutricionales	7
2.2. Generalidades del insecto plaga.....	8
2.2.1. Taxonomía	8
2.2.2. Morfología del adulto	9
2.2.2.1. Cabeza	10
2.2.2.2. Tórax	10
2.2.2.3. Abdomen	11
2.2.3. Daños	11
2.2.4. Biología y hábitat	13
2.3. Generalidades de los entomopatógenos	14
2.3.1. <i>Beauveria bassiana</i>	15
2.3.1.1. Morfología	15
2.3.1.2. Mecanismo de acción.....	15
2.3.2. <i>Beauveria brongniartii</i>	16

2.3.2.1. Morfología	16
2.3.2.2. Mecanismo de acción.....	17
2.3.3. <i>Metarhizium anisopliae</i>	17
2.3.3.1. Morfología	18
2.3.3.2. Mecanismo de acción.....	18
2.3.4. <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	19
2.3.4.1. Morfología	19
2.3.4.2. Mecanismo de acción.....	20
2.4. Investigaciones relacionadas	21
MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	22
3.2. Materiales	22
3.2.1. Material biológico.....	22
3.2.2. Materiales de campo	22
3.2.3. Materiales y equipos de laboratorio.....	23
3.2.4. Materiales de escritorio	23
3.3. Metodología	23
3.3.1. Trabajo de campo.....	23
3.3.2. Trabajo de laboratorio	24
3.3.2.1. Adquisición de los entomopatógenos.....	24
3.3.2.2. Esterilización del material de vidrio, mesa y equipo de aspersión...	25
3.3.2.3. Instalación de la investigación	25
3.3.2.4. Preparación del caldo entomopatógeno	27
A. Cálculo de la cantidad de agua por tratamiento.....	27
B. Cálculo de la cantidad de sustrato arroz con conidias de hongo entomopatógeno por tratamiento.....	27
C. Cálculo de la cantidad de producto bacteriano (BIOCILLUS) por tratamiento	27
D. Dosis de aplicación	28
3.3.2.5. Aplicación del caldo entomopatógeno	28
3.3.2.5. Evaluaciones	29
A. Inmovilización de insectos	29
B. Mortalidad de insectos	29

C. Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), en los insectos.....	30
3.3.2.6. Observaciones estereoscópicas y microscópicas	30
A. Observaciones estereoscópicas	31
B. Observaciones microscópicas	31
3.3.3. Procesamiento y análisis de datos	31
RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
4.1. Primera evaluación (4 días después de la inoculación).....	32
4.1.1. Inmovilización de insectos.....	32
4.1.2. Mortalidad de insectos.....	34
4.1.3. Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), en los insectos.....	35
4.2. Segunda evaluación (8 días después de la inoculación)	36
4.2.1. Inmovilización de insectos.....	36
4.2.2. Mortalidad de insectos.....	37
4.2.3. Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), en los insectos.....	39
4.3. Tercera evaluación (12 días después de la inoculación)	40
4.3.1. Inmovilización de insectos.....	40
4.3.2. Mortalidad de insectos.....	41
4.3.3. Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), en los insectos.....	42
4.4. Cuarta evaluación (16 días después de la inoculación).....	44
4.4.1. Inmovilización de insectos.....	44
4.4.2. Mortalidad de insectos.....	44
4.4.3. Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), en los insectos.....	46
CONCLUSIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	63
GLOSARIO	75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional por 100 g de arándano.	7
Tabla 2. Tratamientos de la investigación.	25
Tabla 3. Dosis de aplicación de los entomopatógenos a los tratamientos.	28
Tabla 4. Análisis de varianza para inmovilización de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 4 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).	32
Tabla 5. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la inmovilización de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 4 días después de la inoculación.	33
Tabla 6. Análisis de varianza para mortalidad de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 4 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).	34
Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la mortalidad de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 4 días después de la inoculación.	34
Tabla 8. Análisis de varianza para inmovilización de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 8 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).	36
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la inmovilización de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 8 días después de la instalación.	36
Tabla 10. Análisis de varianza para mortalidad de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 8 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).	37
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la mortalidad de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 8 días después de la instalación.	38
Tabla 12. Análisis de varianza para crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en los insectos, en los tratamientos a los 8 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).	39
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto al crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en los insectos, a los 8 días después de la inoculación.	39
Tabla 14. Análisis de varianza para mortalidad de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 12 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).	41

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la mortalidad de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 12 días después de la inoculación.	41
Tabla 16. Análisis de varianza para crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en los insectos, en los tratamientos a los 12 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).	42
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto al crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea sobre el cuerpo del insecto, a los 12 días después de la inoculación.	43
Tabla 18. Análisis de varianza para mortalidad de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 16 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).	44
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la mortalidad de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 16 días después de la inoculación.	45
Tabla 20. Análisis de varianza para crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en los insectos, en los tratamientos a los 16 días de la inoculación.	46
Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto al crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en los insectos, a los 16 días después de la instalación.	47
Tabla 22. Resumen de la inmovilización de insectos alcanzado por los tratamientos, desde el día de la inoculación hasta el decimosexto día.	48
Tabla 23. Resumen de mortalidad de insectos alcanzado por los tratamientos, desde el día de la inoculación hasta el decimosexto día.	50
Tabla 24. Resumen de crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt) en los insectos alcanzado por los tratamientos, desde el día de la inoculación hasta el decimosexto día.	51
Tabla 25. Características de los hongos entomopatógenos (SENASA).	70
Tabla 26. Registro de las evaluaciones realizadas.	70
Tabla 27. Transformación de datos (evaluación a los 4 días después de la inoculación).	71
Tabla 28. Transformación de datos (evaluación a los 8 días después de la inoculación).	72
Tabla 29. Transformación de datos (evaluación a los 12 días después de la inoculación).	73
Tabla 30. Transformación de datos (evaluación a los 16 días después de la inoculación).	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escarabajo defoliador (<i>Disonycha</i> sp.). Observación estereoscópica a 25 X.	9
Figura 2. Pata posterior del escarabajo defoliador (<i>Disonycha</i> sp.). Observación microscópica a 40 X.	10
Figura 3. Esqueletización de hojas de arándano por el escarabajo defoliador.	11
Figura 4. Raspado de cara adaxial y necrosis seca en hoja de arándano, producido por el escarabajo defoliador.....	12
Figura 5. Daños ocasionados por el escarabajo defoliador en hojas, frutos y cortes de brotes tiernos de arándano.	12
Figura 6. Daños ocasionados por el escarabajo defoliador en el haz de hoja de aliso.	13
Figura 7. Daños ocasionados por el escarabajo defoliador en el envés de hoja de aliso.	14
Figura 8. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos.....	14
Figura 9. Croquis de instalación de la investigación Diseño Completamente Randomizado (DCR).	26
Figura 10. Inmovilización de insectos (%) a los 4 días después de la inoculación.	33
Figura 11. Mortalidad de insectos (%) a los 4 días después de la inoculación.	35
Figura 12. Inmovilización de insectos (%) a los 8 días después de la inoculación.	37
Figura 13. Mortalidad de insectos (%) a los 8 días después de la inoculación.	38
Figura 14. Porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (<i>Bt</i>), a los 8 días después de la inoculación.	40
Figura 15. Mortalidad de insectos (%) a los 12 días después de la inoculación.	42
Figura 16. Porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (<i>Bt</i>), a los 12 días después de la inoculación.	43
Figura 17. Mortalidad de insectos (%) a los 16 días después de la inoculación.	45
Figura 18. Porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (<i>Bt</i>), a los 16 días después de la inoculación.	47
Figura 19. Comparativo de inmovilización de insectos alcanzado por los entomopatógenos a través del tiempo.....	48
Figura 20. Comparativo de mortalidad de insectos alcanzado por los entomopatógenos a través del tiempo.....	50

Figura 21. Comparativo del porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), a través del tiempo.....	52
Figura 22. Imagen satelital de la empresa “Finca Tradiciones S.A.C.” lugar donde se realizó el trabajo de campo.....	63
Figura 23. Colecta del escarabajo defoliador (<i>Disonycha</i> sp.) en plantación de arándano.	63
Figura 24. Entomopatógenos.	64
Figura 25. Acondicionamiento de la investigación.....	64
Figura 26. Preparación del caldo entomopatógeno. Separación e hidratación de conidias.	65
Figura 27. Aplicación del caldo entomopatógeno.....	65
Figura 28. Evaluaciones.	66
Figura 29. Crecimiento y desarrollo de <i>Beauveria bassiana</i> en el cuerpo del insecto <i>Disonycha</i> sp. Observación estereoscópica a 25 X.	66
Figura 30. Conidias de <i>Beauveria bassiana</i> . Observación microscópica a 40 X.	67
Figura 31. Crecimiento y desarrollo de <i>Metarhizium anisopliae</i> en el cuerpo del insecto <i>Disonycha</i> sp. Observación estereoscópica a 25 X.	67
Figura 32. Conidias de <i>Metarhizium anisopliae</i> . Observación microscópica a 40 X.....	68
Figura 33. Resultados de la clasificación taxonómica del insecto plaga. SENASA Lima.	69

RESUMEN

Efecto de cuatro entomopatógenos en el control in vitro del escarabajo defoliador (*Disonycha* sp.) en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.)

Se determinó en laboratorio la eficacia de cuatro entomopatógenos en el control del escarabajo defoliador (*Disonycha* sp.) en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). Para ello se instaló un ensayo bajo el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con siete tratamientos incluido el testigo: Bb (*Beauveria bassiana*), Bbr (*Beauveria brongniartii*), Bt (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*), Ma (*Metarhizium anisopliae*), Bb+Ma, Bbr+Ma y el Tes (testigo) con tres repeticiones; las evaluaciones se realizaron a los 4, 8, 12, y 16 días de la inoculación de entomopatógenos. En los resultados se obtuvo que al octavo día *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* alcanzaron los máximos porcentaje de inmovilización de insectos (44.44 % y 38.89 %) respectivamente; al decimosegundo días alcanzaron el 100 % de mortalidad y al decimosexto día alcanzaron 88.89 % y 77.78 % respectivamente de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo. Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad indica que estos tratamientos son iguales estadísticamente. Mientras que *Beauveria brongniartii* y *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* no ocasionaron ningún efecto sobre este insecto. En los tratamientos combinados Bb+Ma y Bbr+Ma, según las observaciones estereoscópicas y microscópicas que se realizó solo se observó estructuras de *Metarhizium anisopliae* en todos los insectos con crecimiento y desarrollo del hongo, por lo tanto se afirma que fue este entomopatógeno quien ocasionó la inmovilización, muerte y crecimiento y desarrollo sobre el cuerpo de los insectos en estos tratamientos. *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* son eficaces en el control in vitro del escarabajo defoliador del arándano mientras que *Beauveria brongniartii* y *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* no mostraron eficacia frente a este insecto.

Palabras claves: *Vaccinium corymbosum*, *Disonycha* sp. entomopatógenos, eficacia.

ABSTRACT

Effect of four entomopathogens in the in vitro control of the defoliator beetle (*Disonycha* sp.) in the cultivation of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.)

Was determined in the laboratory the efficacy of four entomopathogens in the control of the defoliator beetle (*Disonycha* sp.) In the cultivation of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). For this, an essay was installed under the Completely Randomized Design (DCR) with seven treatments including the witness: Bb (*Beauveria bassiana*), Bbr (*Beauveria brongniartii*), Bt (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*), Ma (*Metarhizium anisopliae*), Bb+Ma, Bbr+Ma and the Tes (witness) with three repetitions; the evaluations were made at 4, 8, 12, and 16 days after the inoculation of entomopathogens. In the results it was obtained that on the eighth day, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* reached the maximum percentage of insect immobilization (44.44% and 38.89%) respectively; on the twelfth day they reached 100% mortality and on the sixteenth day they reached 88.89% and 77.78% respectively of insects with growth and development of the fungus. According to the Tukey test at 5% probability, it indicates that these treatments are statistically equal. While *Beauveria brongniartii* and *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* did not cause any effect on this insect. In the combined treatments Bb + Ma and Bbr + Ma, according to the stereoscopic and microscopic observations that were made, only structures of *Metarhizium anisopliae* were observed in all insects with growth and development of the fungus, therefore it is stated that it was this entomopathogen that caused immobilization, death and growth and development on the body of insects in these treatments. *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* are effective in the in vitro control of the blueberry defoliator beetle while *Beauveria brongniartii* and *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* showed no efficacy against this insect.

Keywords: *Vaccinium corymbosum*, *Disonycha* sp. entomopathogens, efficacy.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) es un berry apreciado en esta década ya que ha sido catalogado como un alimento funcional con excelentes propiedades nutritivas y terapéuticas para la salud humana (Romero 2016). Su cultivo en el Perú comenzó entre los años 2007- 2008, con un área de 10 ha en Arequipa; en el 2014, 1 900 ha y el 2015, 2 500 ha, con tendencia a aumentar considerablemente en los años siguientes ya que se están instalando nuevos cultivos en las regiones de la Libertad, Lambayeque, Lima, Ica, Ancash, Cajamarca (Sierra Exportadora 2016). Pero, como todo cultivo introducido, a medida que va aumentando las áreas cultivadas y el tiempo de su instalación es atacado por organismos locales que se van adaptando y convirtiendo en plagas. Esto ha ocurrido en Cajamarca, en el distrito de Namora en el cultivo de arándano; que es atacado por un insecto local del orden Coleóptero, el escarabajo defoliador (*Disonycha* sp.); el adulto se alimenta del follaje ocasionando raspaduras y, en ataques severos, la esqueletización de las hojas, así como también corte de brotes tiernos, caída de flores (aborto de la flor) y además la raspadura y caída de frutos (aborto del fruto) originando como consecuencia una reducción considerable de la producción que puede llegar hasta un 30% del rendimiento¹.

Este insecto es controlado con la aplicación de insecticidas químicos sintéticos ocasionando resistencia de la plaga y limitando la exportación de este producto por presencia de multiresiduos de plaguicidas. Por estos motivos, en esta investigación se ensayó cuatro entomopatógenos con la finalidad de proponer un control eficaz contra el escarabajo defoliador para ser utilizado por los productores de arándano en la zona.

¹ Llique, RL. 12 nov. 2016. Cultivo de arándano (mesa redonda). Cajamarca, Perú, SENASA.

Objetivo

Determinar la eficacia de cuatro entomopatógenos en el control in vitro del escarabajo defoliador (*Disonycha* sp.) en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo

2.1.1. Origen e historia

Los arándanos azules son originarios del Este de Norte América, su cultivo como producto hortícola empezó en Estados Unidos, país que se mantiene como el principal productor y consumidor. La especie del tipo “ojo de conejo” (*Vaccinium ashei* Reade) fue la primera en cultivarse a finales del siglo XIX. La producción de la especie “arbusto alto del norte” (*V. corymbosum* L.) es un fenómeno del siglo XX originado con la investigación pionera de F. V. Coville y Elizabeth White en los comienzos de 1900. Inicialmente, la expansión de la producción de este cultivo fue lenta. Por 1930, diez años después de la introducción de la primera variedad mejorada resultante del programa de mejoramiento de Coville, había menos de 80 ha cultivadas; en el período de 1950 a 1965 hubo un incremento acelerado alcanzando 8 100 ha en producción (Moore, citado por Gómez 2010). En los últimos 10 o 15 años con la liberación de las variedades del tipo arbusto alto del sur por la Universidad de Florida, las plantaciones se expandieron a áreas de latitudes más bajas, como Florida, California, centro de Argentina y Chile (Gómez 2010).

2.1.2. Taxonomía

Bañados (2007) determina la clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reino:	Plantae
Super división:	Spermatophyta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub clase:	Dicotyledonae
Orden:	Ericales
Familia:	Ericaceae
Sub familia:	Vaccinioideae
Tribu:	Vaccinieae
Género:	<i>Vaccinium</i>
Especie:	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.

2.1.3. Morfología

Los arándanos son plantas arbustivas, leñosas, perennes que pueden vivir alrededor de 20 a 30 años. Dependiendo de la especie, pueden alcanzar alturas que van desde unos pocos centímetros hasta los 2.5 m (Muñoz *et al.* 2005).

2.1.4. Raíz

Bañados (2007) indica que el sistema radicular está compuesto de finas raicillas, fasciculadas, superficiales que carecen de pelos radiculares, de modo que las raíces jóvenes realizan la absorción. Estas tienen un diámetro de hasta 75 μm y contienen hasta tres capas de células epidermales, sin embargo, la mayoría de estas tiene solo una capa. Son estas células las que, bajo condiciones naturales, se encuentran invadidas por los hongos micorrízicos con los cuales esta especie está comúnmente asociada.

2.1.5. Tallo

No tienen un tallo único, en la base tienen una corona que origina brotes múltiples; el tejido externo (epidermis) en un comienzo es herbáceo y posteriormente se lignifica, es de color marrón- anaranjado de acuerdo a la variedad (Bañados 2007).

2.1.6. Hojas

Son simples, se distribuyen en forma alterna en la ramilla, presentan peciolo cortos, márgenes dentados, su forma es de ovada a lanceolada, presentan un color verde pálido y en el periodo de senescencia desarrollan una pigmentación rojiza; miden entre 1 a 8 cm de largo (Buzeta 1997).

2.1.7. Flor e inflorescencia

Las flores se producen en inflorescencias (tipo racimo) generalmente axilares, las que se diferencian en las yemas terminales de las ramillas cuando se detiene el crecimiento vegetativo. La diferenciación se manifiesta por el abultamiento notorio de las yemas, las que se recubren de escamas de color café, fácilmente distinguibles de las yemas axilares vegetativas (Buzeta 1997).

La flor es pedunculada de ovario ínfero provisto de 4-5 lóculos que contienen de 20- 30 óvulos en placentación axial. Los sépalos son cortos pentalobados, y la corola es gamopétala, tubular, pentalobada y generalmente de color blanco o rosado. Los estambres en número de 10 nacen en la base de la corola y terminan rodeando completamente al estilo, el que generalmente es más largo y sobresale levemente de la corola, las anteras están provistas de un poro terminal por el cual el polen es liberado cuando esta alcanza su madurez. El polen maduro está constituido por cuatro granos unidos entre sí. El estilo filiforme está recorrido en su interior por un canal continuo, por el cual crece el tubo polínico durante el proceso de fertilización, en el momento de la antesis este canal, que une el estigma con el ovario, se llena de una secreción mucilaginoso a través del cual ocurre el crecimiento del tubo polínico (Buzeta 1997).

Normalmente, se forma una inflorescencia por nudo, pero en brotes medianamente gruesos pueden formarse dos. El número de nudos florales en un brote, como el número de flores por inflorescencia, son características de cada variedad (Muñoz *et al.* 2005).

2.1.8. Fruto

Es una baya casi esférica que varía en tamaño, desde 0.7 a 1.5 cm de diámetro dependiendo de la variedad; su color va desde azul claro hasta un negro intenso, posee secreciones cerosas que le dan una terminación atractiva. Puede poseer hasta 100 semillas pequeñas ubicadas al interior del endocarpio. Una característica principal es su cicatriz, la cual comercialmente, se busca que sea pequeña y seca. Además se busca que el fruto sea firme, esto está relacionado con el grosor de la epidermis (Muñoz *et al.* 2005).

2.1.9. Semilla

Es de color amarillo cremoso, de forma ovoide achatado en uno de sus lados y pequeña midiendo entre 2 a 5 mm de largo (García, citado por Carhuaricra 2012).

2.1.10. Ciclo del cultivo

El crecimiento de la planta de arándano está dividido en dos partes, vegetativo y reproductivo. El crecimiento vegetativo tiene cuatro etapas: la primera es el desarrollo de la yema vegetativa, la segunda es el crecimiento de un brote caracterizado por entrenudos cortos, la tercera es el alargamiento de los entrenudos y la expansión de hojas y la cuarta es la formación de una rama nueva conformada por las hojas totalmente extendidas y entrenudos largos. Las etapas de crecimiento reproductivo son seis: primero se tiene una yema hinchada que dará origen a las flores y posteriormente la yema se abrirá dando inicio a la floración, tercero: botones florales con la corola cerrada, cuarto: flor en plena floración con la corola abierta, quinto: caída de la corola y cuaje del fruto y sexto: fruto verde (Muñoz *et al.* 2005).

2.1.11. Fenología

La fenología fue estudiada por Muñoz *et al.* (2005) determinando que el brotamiento ocurre a finales de julio, la floración a comienzos de agosto, la fructificación la tercera semana de agosto; maduración y cosecha entre finales de octubre y diciembre.

2.1.12. Propiedades nutricionales

Tabla 1. Composición nutricional por 100 g de arándano.

Nutriente	Cantidad
Proteínas	0,74 g
Grasas totales	0,33 g
Carbohidratos	14,49 g
Fibra alimentaria	2,40 g
Cenizas	0,24 g
Agua	84,21 g
Minerales	
Calcio	6,00 mg
Cobre	0,06 mg
Hierro	0,28 mg
Magnesio	6,00 mg
Manganeso	0,34 mg
Fósforo	12,00 mg
Potasio	77,00 mg
Selenio	0,10 mg
Sodio	1,00 mg
Zinc	0,16 mg
Vitaminas	
Vitamina C	0,70 mg
Tiamina	0,04 mg
Riboflavina	0,04 mg
Niacina	0,42 mg
Vitamina B	0,05 mg
Vitamina A	54,00 IU
Ácido pentateuco	0,12 mg
Ácido fólico	0,60 ug

Fuente: Base de Datos del Departamento de Agricultura de EE.UU citado por Palomares (2010).

2.2. Generalidades del insecto plaga

2.2.1. Taxonomía

Ordóñez (2014) determina la clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Superclase:	Hexapoda
Clase:	Insecta
Subclase:	Pterygota
Orden:	Coleoptera
Suborden:	Polyphaga
Superfamilia:	Chrysomeloidea
Familia:	Chrysomelidae
Subfamilia:	Galerucinae
Tribu:	Alticini
Género:	<i>Disonycha</i>
Especie:	<i>Disonycha sp.</i>

Nombre común: Escarabajo defoliador

Los Alticini son una tribu de Chrysomelidae muy diversa en el mundo, con aproximadamente 10 000 especies conocidas en alrededor de 550 géneros. Varían en tamaño de 1 o 2 mm a casi 20 mm. Generalmente presentan colores y patrones vistosos, incluyendo metálicos brillantes así como llamativos puntos y franjas. Son excelentes saltadores y usan este comportamiento para escapar de sus depredadores. El mecanismo para el salto es bastante diferente al de cualquier otro grupo de insectos, ya que sus fémures posteriores agrandados contienen un resorte esquelético quitinizado que almacena la energía de los grandes músculos de salto que tiene insertados, y puede liberar esta energía rápida y poderosamente, saltando hasta 100 veces su propia longitud. De todos los grupos de Chrysomelidae, esta tribu son los menos conocidos biológica y faunísticamente. Las especies de cada género se alimentan solo de unas

cuantas familias de plantas químicamente relacionadas. Los adultos producen daños característicos en forma de agujero de bala en las hojas de sus hospederos, mientras que las larvas se alimentan principalmente de raíces o de hojas de la misma planta de la que se alimenta el adulto (Furth 2004).

2.2.2. Morfología del adulto



Figura 1. Escarabajo defoliador (*Disonycha* sp.). Observación estereoscópica a 25 X.

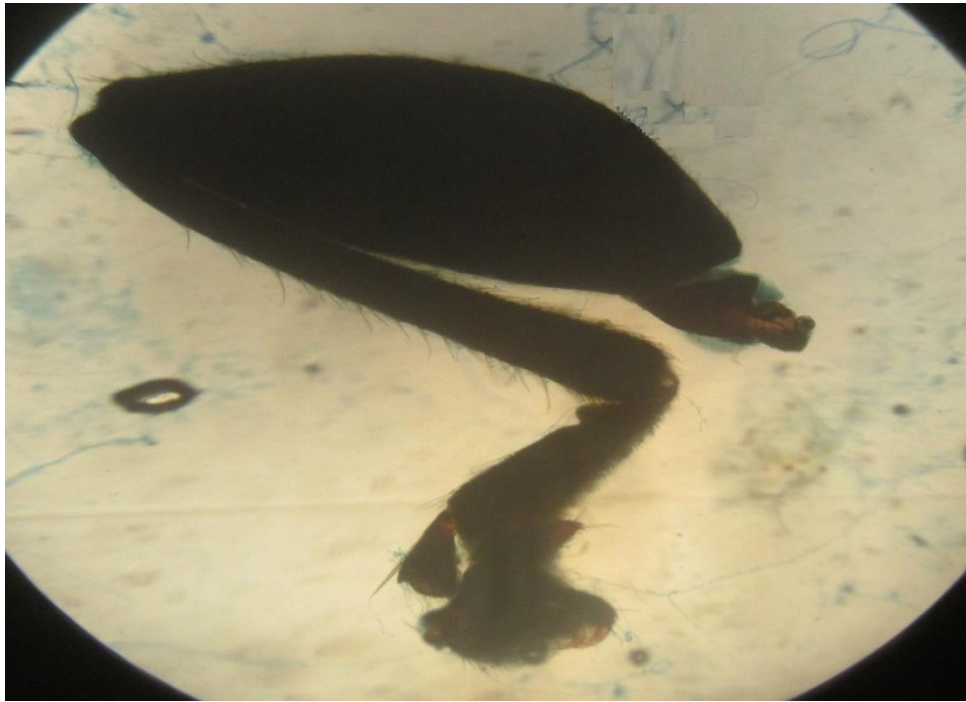


Figura 2. Pata posterior del escarabajo defoliador (*Disonycha* sp.). Observación microscópica a 40 X.

2.2.2.1. Cabeza

Es de color oscuro, presenta ojos compuestos ubicados lateralmente y sin ocelos, las antenas son tipo filiforme con 11 segmentos, de los cuales los 3 primeros segmentos basales son de color marrón claro y los 8 posteriores son de color oscuro, sus piezas bucales son tipo masticador².

2.2.2.2. Tórax

El pronotum, pleuras y parte anterior del proesternum son de color amarillo y parte posterior del proesternum detrás de las coxas de color oscuro; el meso, metatórax y las patas son de color oscuro, las anteriores y medias son de tipo cursor mientras que las posteriores son de tipo saltatorio con el fémur engrosado² (figura 2).

Las alas anteriores son tipo élitro de color verde metálico con puntuaciones en su totalidad y las alas posteriores son membranosas².

² Vergara, JA. 04 ene. 2017. Descripción morfológica de insectos (mesa redonda). Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca.

2.2.2.3. Abdomen

Dorsalmente está cubierto por los élitros y ventralmente compuesto por 5 segmentos de color oscuro².

El insecto tiene una longitud de 4 mm desde la cabeza hasta el ápice del abdomen y 6 mm con extensión de las antenas y un ancho de 2 mm⁽²⁾.

2.2.3. Daños

El adulto se alimenta del follaje, raspando la cara adaxial de la hoja ocasionando necrosis seca y en ataques severos tiende a esqueletizar, también produciendo cortes de brotes tiernos; caída de flores (aborto de la flor) y además la raspadura y caída de frutos (aborto del fruto); originando como consecuencia una reducción de hasta un 30% de la producción¹.



Figura 3. Esqueletización de hojas de arándano por el escarabajo defoliador.



Figura 4. Raspado de cara adaxial y necrosis seca en hoja de arándano, producido por el escarabajo defoliador.



Figura 5. Daños ocasionados por el escarabajo defoliador en hojas, frutos y cortes de brotes tiernos de arándano.

2.2.4. Biología y hábitat

Es un insecto inestable en zona de posicionamiento, de movimientos rápidos ya que tiene la capacidad de saltar largas distancias y además puede volar. Estas características hacen que el insecto se movilice rápidamente de una zona a otra en el campo en busca de alimento aumentando así la posibilidad de ocasionar daños rápidos y severos.

Son sensibles a la humedad y bajas temperaturas ya que su presencia en el campo empieza a observarse a partir de las 10 horas aproximadamente, y en momentos de lluvia se esconden rápidamente en sus refugios.

Es una plaga local que tiene como hospedero al aliso (*Alnus acuminata*) ocasionando raspaduras y esqueletización de hojas. En esta planta las raspaduras que ocasionan son más severas que en el arándano ya que las hojas son más suculentas.



Figura 6. Daños ocasionados por el escarabajo defoliador en el haz de hoja de aliso.



Figura 7. Daños ocasionados por el escarabajo defoliador en el envés de hoja de aliso.

2.3. Generalidades de los entomopatógenos

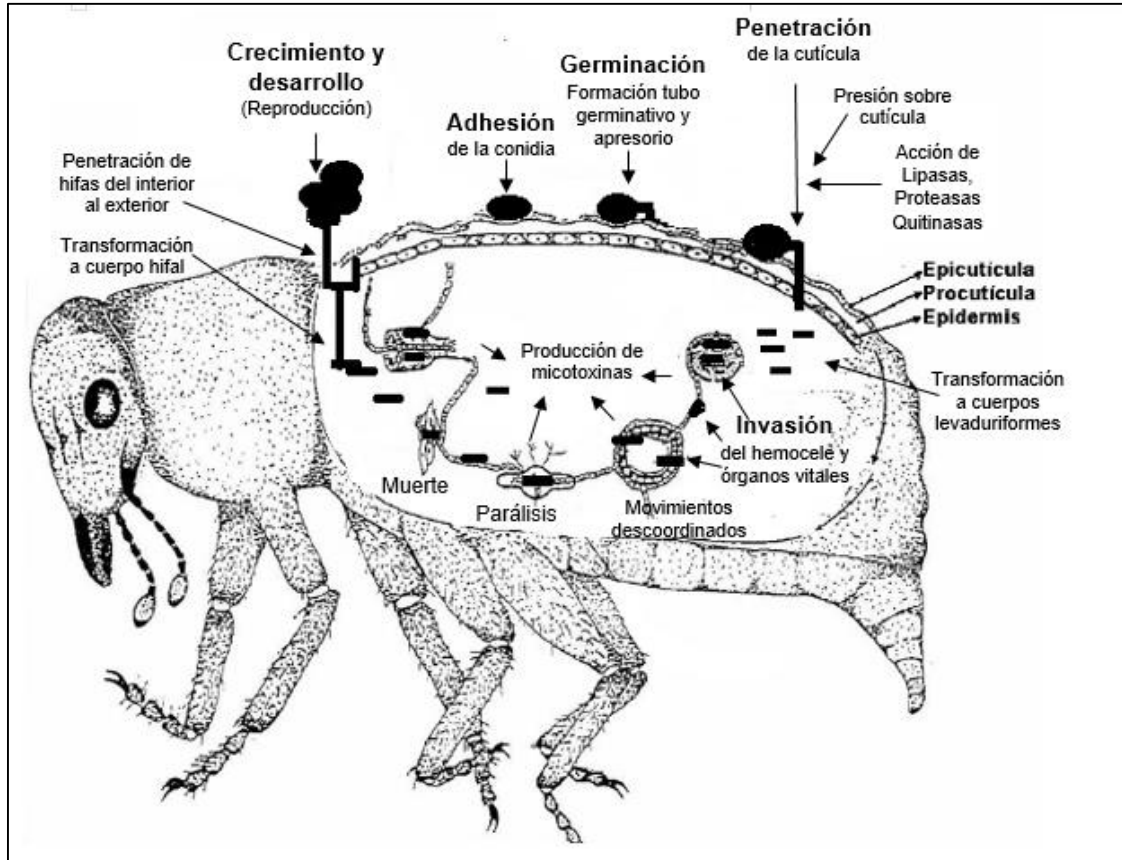


Figura 8. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos.

2.3.1. *Beauveria bassiana*

De forma natural se encuentra en rastros de cultivos, estiércol, suelo y plantas (Suárez 2009). Según Chong (2003) es un hongo saprófito del suelo, endófito de plantas de maíz y parásito de insectos.

Ferron (1978), menciona que los factores que más influyen en el desarrollo y la patogenicidad de los hongos entomopatógenos, así como en el desarrollo de la enfermedad a nivel epizootico son la temperatura, humedad relativa y luz. Yasuda *et al.* (1997), menciona que *B. bassiana* a 32 y 43 % de humedad relativa (HR) no produce infección sobre *Cylas formicarius*. González (2003), indica que el crecimiento micelial de *B. bassiana* es estimulado por la luz.

Tiene importancia agrícola ya que es un controlador biológico de más de 700 especies de insectos plaga de diferentes órdenes como Coleóptera, Lepidóptera, Díptera, etc (Ñañez 2016). INTAGRI (2018) indica que *Beauveria bassiana* controla plagas como broca del café (*Hypothenemus hampei*), gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*), polilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), picudo del algodón (*Anthonomus grandis*), gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), moscas blancas (*Bemisia tabaci*) entre otros.

2.3.1.1. Morfología

El micelio es de color blanco o ligeramente coloreado de blanco, aspecto esponjoso a polvo; conidióforos individuales, irregulares, agrupados o en racimos verticilados; infladas en la base, disminuyendo gradualmente a una porción esbelta que lleva esporas que aparece en zigzag después de que se producen varias esporas; conidios hialinos, redondeados a ovoides, unicelulares, nacidos individualmente en esterigma pequeña (Barnett 1960).

2.3.1.2. Mecanismo de acción

La patogénesis se inicia por la adhesión de conidias a la cutícula del insecto (Rosas 1999). Seguidamente se forma el tubo germinativo y a partir de él, se desarrolla el apresorio, estructura que ejerce presión deformando primeramente

la capa cuticular luego rompiendo las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula; al mismo tiempo libera varios tipos de enzimas de actividad hidrolítica como proteasas, lipasas y quitinasas las cuales degradan el tejido facilitando la entrada del hongo (Monzón 2001). Otro mecanismo de penetración es a través de la cavidad bucal, espiráculos y otras aberturas externas del insecto (Téllez *et al.* 2009). Dentro del hemocele el hongo coloniza y se dispersa en la hemolinfa, emitiendo al medio metabolitos secundarios del tipo micotóxico (beauvericina) los cuales afectan diferentes actividades fisiológicas y órganos vitales del insecto hasta producirle la parálisis y posteriormente, su muerte en un lapso variable de 4 y 8 días (Castillo *et al.* 2012). Finalmente las hifas penetran la cutícula desde el interior del insecto y emergen a la superficie, donde en condiciones ambientales apropiadas inician la formación de nuevas conidiosporas (Carrillo 2009).

2.3.2. *Beauveria brongniartii*

Es un hongo cosmopolita ya que crece de forma natural en suelos de todo el mundo (Ñañez 2016).

Es tóxico frente a diversas especies de insectos plaga como el gorgojo de los andes (*Premnotrypes latithorax*), polillas de la papa (*Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*), pulgones (*Macrosiphum euphorbiae*) (Vargas 2003).

2.3.2.1. Morfología

El micelio es de color blanco o ligeramente coloreado de blanco aspecto esponjoso a polvo; conidióforos individuales, irregulares, agrupados o en racimos verticilados; infladas en la base, disminuyendo gradualmente a una porción esbelta que lleva esporas que aparece en zigzag después de que se producen varias esporas (Barnett 1960); conidias hialinas, lisas, elipsoidales de 2,5 a 4,5 μm de longitud a veces con base apiculada (Vargas 2003). Leod (1954) indica que el aspecto de la colonia es aterciopelado o pulverulento, inicialmente presenta un color blanquecino pero a medida que la colonia envejece se torna de un color amarillo pálido.

2.3.2.2. Mecanismo de acción

La conidia del hongo se adhiere a la cutícula del insecto, la que posteriormente germina y forma el tubo germinativo que crece sobre la superficie cuticular, formándose un apresorio lo que le permite adherirse a la cutícula (Vargas 2003). La penetración se produce por un mecanismo físico, presión sobre la cutícula y otro enzimático que degradan los componentes de la cutícula, las lipasas degradan a la epicutícula, las quitinasas a la quitina y las proteínas presentes en la cutícula son degradadas por enzimas proteolíticas (Torres *et al.* 1993). El hongo crece en el hemocele como cuerpos hifales levaduriformes o blastosporas y se multiplica por gemación invadiendo el sistema inmunológico del insecto produciendo una septicemia (Vargas 2003), lo que ocasiona síntomas fisiológicos anormales en el insecto tales como convulsiones, carencia de coordinación, comportamientos alterados y parálisis. La muerte sobreviene por una combinación de efectos que comprenden el daño físico de tejidos, toxicosis, deshidratación de las células por pérdida de fluido y consumo de nutrientes (Bustillo 2001). Después de la muerte del insecto el hongo sale en forma de micelio a través de los espacios intersegmentarios; en ocasiones lo cubre completamente a manera de algodón y con los días adquiere un aspecto harinoso por la presencia de conidias (Vera *et al.* 1996).

2.3.3. *Metarhizium anisopliae*

Es un hongo que crece naturalmente en suelos de todo el mundo. Puede ser cultivado *in vitro* en medios de cultivo tales como SDA (Sabouraud dextrosa agar) y PDA (Agar papa dextrosa), para su producción masiva se utiliza el sustrato arroz ya que a los 18 – 20 días de su inoculación se encuentran en óptimas condiciones para su utilización como agente de control (Padilla *et al.* 2000).

Las condiciones óptimas de germinación, desarrollo, esporulación e infección de los hongos entomopatógenos difieren de una especie a otra (Ortiz 2011), Inglis (1999), en un ensayo indica que a una temperatura controlada (25° C) *Beauveria* prevalecía sobre *Metarhizium* en el hemocele del insecto pero cuando el rango de temperatura crece las poblaciones de este último aumenta en

relación con el primero. *Metarhizium anisopliae* se caracteriza por ser mesófilo, con una temperatura óptima para su germinación y crecimiento de 25 a 30°C, una máxima de 32 a 35°C y una mínima de 10 a 12°C, su desarrollo es favorecido por humedad relativa mayor de 80 %, siendo afectado por alta radiación solar y favorecido por alta nubosidad (Castillo 2006), González (2003), indica que la luz retarda el crecimiento micelial de *M. anisopliae* además indica que obtuvo 46 y 55% de mortalidad de *Cylas formicarius* con *M. anisopliae* a 35 y 53% de HR.

Este hongo ataca naturalmente más de 300 especies de insectos de diferentes órdenes como Lepidóptera, Coleóptera, Ortóptera, Homóptera, etc. (Gonzales *et al.* 2012). Según Gómez (2014) controla plagas agrícolas como gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*), gorgojo rayado del plátano (*Metamasius hemipterus*), langostas (*Schistocerca gregaria*), polillas de la col, (*Plutella xylostella*), salivazo (*Aeneolamia* sp.).

2.3.3.1. Morfología

Metarhizium anisopliae se caracteriza por presentar micelio de color verde oliva e hifas lisas y septadas (Guerrero *et al.* 1999) conidióforos en montículos bajos, cubiertos por conidios, erectos, ramificados, agrupados estrecha o ligeramente, formando una capa esporulante; célula esporógena (phialides) nacida individualmente, en pares o en verticilos; conidios apicales, producidos en una cadena basípeta, compactados en columnas, de largos, ovoides a cilíndricos, con extremos redondeados, unicelulares, de color verde oliva en masa (Barnett 1960). Según Domsch y Gams, citado por Acosta (2016) los conidios presentan un tamaño de 7- 9 µm de largo y 4,5- 5 µm de ancho.

2.3.3.2. Mecanismo de acción

Comienza por la adhesión de la conidia al tegumento del insecto y la germinación de los conidios o esporas sobre este. Luego se produce la penetración a través de la cutícula del insecto por mecanismo físico (presión sobre la cutícula) y químico producción de enzimas lipasas, quitinasas y proteasas que degradan la cutícula. La multiplicación del hongo en el hemocele y la producción de toxinas. Sobreviene la muerte del insecto y el hongo coloniza todo el interior del

hospedante. Posteriormente, el micelio sale hacia el exterior pasando a través del tegumento, esporula sobre la superficie del insecto y finalmente los propágulos son diseminados al medio (Acosta 2016).

2.3.4. *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*

Es considerada una bacteria ubicua ya que ha sido encontrada en diferentes partes del mundo en diversos sistemas como suelo, cuerpos de insectos enfermos y muertos, polvo de productos almacenados, piel de animales, hojas de plantas, además puede vivir en ecosistemas acuáticos y terrestres tales como desiertos, estepas, bosques húmedos tropicales, altas montañas, payas y cuevas (Maduell 2007).

Es un microorganismo anaerobio facultativo, quimiorganótrofo, poseen la capacidad de fermentar glucosa, fructosa, trehalosa, maltosa y ribosa, y de hidrolizar gelatina, almidón, glucógeno, esculina y N-acetil-glucosamina (Sauka y Benintende 2008).

Su importancia radica en su toxicidad frente a insectos plaga del orden Lepidóptera, Coleóptera, Díptera, Hymenóptera, Homóptera, Ortóptera; así como también otros invertebrados como nemátodos, protozoos y ácaros (Hernández *et al.* 2012).

2.3.4.1. Morfología

Es un bacilo gram positivo, de flagelación peritrica, que mide de 3 a 5 μm de largo por 1 a 1,2 μm de ancho (Sauka y Benintende 2008), presenta esporas ovoides subcentrales o terminales (Flores *et al.* 2011), además produce cristales parasporales durante la fase de esporulación, compuestos de proteínas denominadas δ -endotoxinas o proteínas Cry, cuya forma es variable bipiramidal, cuboidal, oval, cuadrada, rectangular, circular y amorfa (Hernández *et al.* 2012) estas proteínas tienen un peso molecular que oscila entre 25 y 140 kDa, y constituyen del 20 al 30% del contenido de la bacteria (Baró *et al.* 2009).

2.3.4.2. Mecanismo de acción

Una vez que el insecto ingiere al cristal de *Bacillus thuringiensis*. Este se solubiliza en el ambiente alcalino y reductor del intestino medio del insecto. Como la mayor parte de las proteínas Cry se producen como protoxinas, estas son activadas por acción de las proteasas (tripsina, quimotripsina, termolisina y catepsina) del intestino medio de los insectos (Bravo *et al.* 2013). Una vez que se activa la toxina, ésta debe reconocer receptores específicos sobre vesículas de membrana de la microvellosidad apical de las células columnares del intestino medio, entre los receptores encontramos cadherinas, fosfatasa alcalina y proteínas de 210 kDa (Portela *et al.* 2013). Esta unión se realiza en dos fases, una reversible, en la que se da la interacción entre la toxina y su sitio de unión, y otra irreversible en la que la proteína se une a la proteína receptora del insecto susceptible. Una vez que se ha dado la inserción dentro de la membrana apical, la toxina induce la formación de canales de iones o poros con un diámetro de 1 a 2 nm en la membrana celular en forma de oligómeros que rompen el potencial de membrana (Schnepf 1998), esto finalmente hace que se aumente la permeabilidad de la membrana celular, permitiendo la entrada de agua, aniones, cationes, afectando el pH al alcalinizar el citoplasma y permitiendo la entrada de moléculas de mayor peso que finalmente destruirán el epitelio intestinal (Bravo *et al.* 2013). Una vez que destruye el epitelio las esporas de Bt se introducen en la hemolinfa donde se difunden produciendo una hemorragia generalizada, pérdida de la capacidad de sintetizar alimento, se paraliza su capacidad de alimentación y el insecto muere, finalmente hay degradación de tejidos externos con olor fétido (Portela *et al.* 2013).

2.4. Investigaciones relacionadas

- **Control biológico de *Pagiocerus frontalis* Fabr. (Gorgojo granero) con los hongos entomopatógenos: *Beauveria brongniartii*, *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.**

El objetivo de esta investigación fue determinar la eficiencia de control del gorgojo granero al estado adulto y IV estadio larval con los hongos entomopatógenos: *Beauveria brongniartii*, *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Los resultados indican que el hongo entomopatógeno *B. bassiana*, fue el más eficiente por producir mayor porcentaje de mortalidad (100%) al cabo de los 12 días en el IV estadio larvario superando estadísticamente a los demás tratamientos, seguido el *B. brongniartii* (70%) y *M. anisopliae* (64%), existiendo diferencias significativas entre ellos. En el estadio de adultos al cabo de los 15 días *B. bassiana* produjo un 100% de mortalidad seguido de *B. brongniartii* (82%) y *M. anisopliae* (76%). La concentración en la cual se obtuvo mayor eficiencia en la inoculación fue la concentración $4,96 \times 10^{-8}$ conidios/mL. Demostrando que *B. bassiana* es el entomopatógeno con mayor eficiencia (Mandujano 2015).

- **Selección y caracterización de cepas de *Bacillus thuringiensis* tóxicas contra *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) (Herbst) y *Oryzaephilus surinamensis* L.**

El objetivo de este trabajo fue la selección y caracterización de cepas de *Bacillus thuringiensis* activas contra coleópteros como *Tribolium castaneum* y *Oryzaephilus surinamensis*. Los resultados muestran que las cepas GM-80, GM-83 y C-9 portan genes que pertenecen a la familia Cry III. La toxicidad máxima de las cepas GM-80 y GM-83 contra *T. castaneum* provocó una mortalidad del 33 % en los dos casos y del 48 % para *O. surinamensis* con la cepa C-9 (Sánchez 2001).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El trabajo de investigación se realizó en dos fases, la fase de campo se realizó en el distrito de Namora, provincia y región Cajamarca, en el fundo de la empresa “Finca Tradiciones S.A.C”, el cual está ubicado entre las coordenada UTM: 17M 801715.66 9202123.75; a una altitud de 2886 m; con una temperatura promedio de 18° C y una humedad relativa del 50%; y la fase de laboratorio se realizó en el laboratorio de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), Dirección Ejecutiva Cajamarca. El cual está ubicado en el distrito de Baños del Inca, provincia y región Cajamarca; entre las coordenadas UTM: 17M 779596.15 9207336.19; a una altitud de 2663 m; con una temperatura promedio interior de 16° C y humedad relativa interior de 40%.

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Plantación de arándano (hojas y brotes), insectos adultos del escarabajo defoliador, entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *B. brongniartii*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*).

3.2.2. Materiales de campo

Frasco aspirador, frascos colectores, bolsas kraft, libreta de apuntes, GPS, tijeras de podar, cámara húmeda.

3.2.3. Materiales y equipos de laboratorio

Alcohol al 70%, agua destilada, azul de metileno, papel toalla, papel aluminio, formatos para evaluación, plumón indeleble, cinta adhesiva, envases descartables, aspersores manuales, guantes quirúrgicos, mameluco, pinzas, placas de Petri de 10 cm de diámetro, láminas porta objetos, beaker, matraz, probetas, pH-metro, shaker, balanza analítica, incubadoras, estereoscopio, microscopio.

3.2.4. Materiales de escritorio

Papel bond A4 x 80 g, lapiceros, cuaderno, fólder, engrapador, perforador, cartuchos de tinta, calculadora, computadora equipada, impresora.

3.3. Metodología

3.3.1. Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en:

- Identificación y descripción de los daños ocasionados por el escarabajo defoliador en las plantas de arándano.
- Evaluación de la infestación de escarabajos defoliadores adultos por planta, determinándose una densidad promedio de 17 escarabajos adultos/ planta.
- Colecta de insectos adultos, la cual se realizó con la ayuda de un frasco aspirador, a partir de 10 am ya que en horas anteriores no se observó en la plantación.
- Traslado de insectos adultos al laboratorio, esta actividad se realizó en una cámara alimenticia (táper hermético) la cual contenía hojas de arándano como alimento y papel toalla húmedo.

3.3.2. Trabajo de laboratorio

3.3.2.1. Adquisición de los entomopatógenos

- Los hongos entomopatógenos fueron adquiridos del Laboratorio de Control Biológico del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) Lima.

Presentación del producto

- Bolsa de 800 g que contiene sustrato arroz con conidias de hongos entomopatógeno. A concentración de:
Beauveria bassiana: 1- 4 x 10¹⁰ conidias g⁻¹.
Beauveria brongniartii: 1- 4 x 10¹⁰ conidias g⁻¹.
Metarhizium anisopliae: 1- 3 x 10¹⁰ conidias g⁻¹.

- La bacteria entomopatógena fue adquirida con el nombre comercial de BIOCILLUS (Insecticida biológico formulado a base de esporas y cristales de endotoxina de la bacteria *Bacillus thuringiensis var. kurstaki*).

Características

- Composición: *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* 6.4%
- Formulación: Polvo mojable – WP
- Apariencia: Polvo marrón claro con olor característico
- Densidad: 1,06 – 1,1 g/ml a 20°C
- pH: 4,6-5,0
- Solubilidad: Soluble en agua
- Estabilidad: 2 años en condiciones normales de almacenamiento.
- Registro SENASA: Reg. PBUA N° 149 – SENASA
- Toxicología: DL50 oral aguda 10,516 mg/kg; DL50 dermal aguda 7,200 mg/kg.
- Categoría Toxicológica: Ligeramente Tóxico – Precaución
- Banda Toxicológica: Verde
- Presentación: 1 Kg.

3.3.2.2. Esterilización del material de vidrio, mesa y equipo de aspersión

- Todo el material de vidrio (placas de Petri, beaker, matraz, probetas) se cubrió con papel bond y se colocó en la incubadora por un período de 2 horas a una temperatura de 150° C, con el objetivo de eliminar todo microorganismo que pueda interferir en los resultados de la investigación.
- La mesa donde se instaló la investigación se lavó con alcohol de 70° y se realizó el proceso de flameado.
- El equipo de aspersión se lavó con agua destilada.

3.3.2.3. Instalación de la investigación

- La investigación se instaló bajo el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con siete (07) tratamientos incluido el testigo y con tres (03) repeticiones.

Unidad experimental: Seis (6) escarabajos (*Disonycha* sp.) en estado adulto, distribuidos en dos placas de petri, tres en cada una.

Tratamientos:

Tabla 2. Tratamientos de la investigación.

Clave	Símbolo	Entomopatógenos
T1	Bb	<i>Beauveria bassiana</i>
T2	Bbr	<i>Beauveria brongniartii</i>
T3	Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>
T4	Ma	<i>Metarhizium anisopliae</i>
T5	Bb+Ma	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>
T6	Bbr+Ma	<i>Beauveria brongniartii</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>
T7	Tes	Testigo

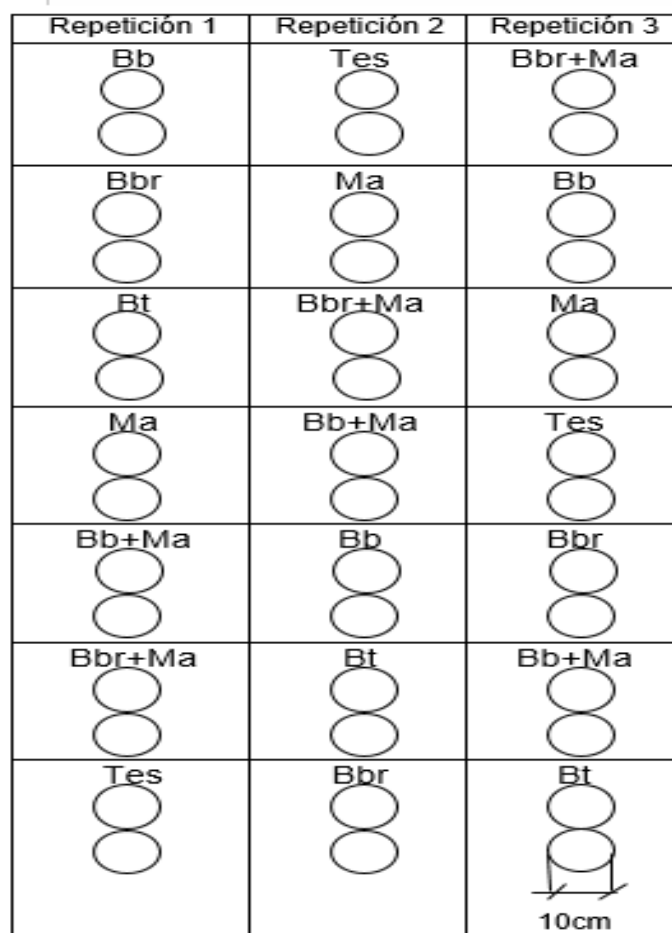


Figura 9. Croquis de instalación de la investigación Diseño Completamente Randomizado (DCR).

- Se codificó cada una de las placas de Petri con el nombre del tratamiento y la repetición luego se dispuso en la mesa previamente desinfectada tal y como se muestra en el croquis de instalación. Ver figura 09.
- En el interior de cada una de las placas de Petri se colocó papel toalla; sobre este se colocó hojas de arándano, luego 3 escarabajos (*Disonycha* sp.) en estado adulto y finalmente se tapó con mucho cuidado para evitar dañar o matar a los insectos.

3.3.2.4. Preparación del caldo entomopatógeno

A. Cálculo de la cantidad de agua por tratamiento

Para determinar la cantidad de agua utilizada por tratamiento, se realizó una prueba en blanco, se simuló la instalación de un tratamiento y se asperjó (con el equipo de aspersión) agua, luego se midió la cantidad de agua utilizada determinando una cantidad de 8.7 mL por tratamiento y 4.35 mL por placa de Petri.

B. Cálculo de la cantidad de sustrato arroz con conidias de hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Metarhizium anisopliae*) por tratamiento.

Se trabajó con la dosis recomendada por SENASA: 800 g de sustrato arroz con conidias de hongo entomopatógeno/ 100 L de agua.

800 g de sustrato arroz con conidias de H.E.....100 L de agua
X.....0.0087 L de agua
X= 0.07 g de sustrato arroz con conidias de hongo entomopatógeno (para cada tratamiento y 0.035 g por placa de Petri).

Para las 3 repeticiones se utilizó 0.21 g.

Para el caso de los tratamientos combinados (Bb+Ma y Bbr+Ma) se utilizó el 100 % de la dosis que se utilizó para tratamientos simples (Bb, Bbr, Ma).

C. Cálculo de la cantidad de producto bacteriano (BIOCILLUS) por tratamiento

Se trabajó con la dosis recomendada por etiqueta de bolsa: 300 g de producto bacteriano (BIOCILLUS)/ 200 L de agua.

300 g de producto bacteriano (BIOCILLUS)..... 200 L de agua
X.....0.0087 L de agua
X= 0.0133 g de producto bacteriano (BIOCILLUS) para cada tratamiento y 0.066 g por placa de Petri.

Para las 3 repeticiones se utilizó 0.04 g.

D. Dosis de aplicación

Tabla 3. Dosis de aplicación de los entomopatógenos a los tratamientos.

Tratamiento	Entomopatógeno	Dosis/ tratamiento
Bb	<i>Beauveria bassiana</i>	0.07 g/8.7mL agua
Bbr	<i>Beauveria brongniartii</i>	0.07g/8.7mL agua
Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	0.013 g/8.7mL agua
Ma	<i>Metarhizium anisopliae</i>	0.07g/8.7mL agua
Bb + Ma	<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	0.14 g/8.7mL agua
Bbr + Ma	<i>Beauveria brongniartii</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	0.14 g/8.7mL agua
Tes	Ninguno	8.7mL agua

E. Preparación

En una balanza analítica se pesó 0.21 g de sustrato arroz con conidias de hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana*, *B. brongniartii*, *Metarhizium anisopliae*), y 0.040 g de producto bacteriano (BIOCILLUS) y se depositó cada uno de los entomopatógenos en un matraz de vidrio codificado, luego se agregó 26.10 mL de agua (con pH 5) y se puso a agitar en el Shaker por un periodo de 6 horas para separar e hidratar las conidias del hongo del sustrato de arroz y las células bacterianas.

3.3.2.5. Aplicación del caldo entomopatógeno

- Después de 6 horas que estuvo el caldo entomopatógeno en el Shaker realizando el proceso de separación e hidratación de conidias y células bacterianas se vació en el equipo de aspersión (formado por un flex y un envase descartable) y se aplicó a cada uno de los tratamientos la dosis que se muestra en la tabla 3.
- Se realizó dos aplicaciones con una frecuencia de 7 días.

3.3.2.5. Evaluaciones

- Las evaluaciones se realizaron a los 4, 8, 12 y 16 días de la instalación o inoculación.
- En cada evaluación se contabilizó el número de insectos inmóviles, muertos y con crecimiento y desarrollo del hongo sobre el cuerpo del insecto o presencia de zooglea en el tratamiento Bt, por cada repetición y tratamiento, los datos se muestran en los anexos tabla 26.

A. Inmovilización de insectos

Para determinar los insectos inmóviles se observó a simple vista por un periodo de tiempo (3 minutos) y si después de esa observación el insecto mostraba síntomas de vida se lo declaraba inmóvil.

Para determinar el porcentaje de insectos inmóviles por tratamiento (% II) se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ II} = \frac{N_i}{N_{\text{total}}} \times 100$$

Donde:

N_i: Número de insectos inmóviles por tratamiento.

N_{total}: Número total de insectos por tratamiento.

B. Mortalidad de insectos

Se determinó a simple vista ya que un insecto muerto se mostraba con alas extendidas, patas encogidas, postura ventral.

Para determinar el porcentaje de insectos muertos por tratamiento (% IM) se utilizó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ IM} = \frac{N_m}{N_{\text{total}}} \times 100$$

Donde:

Nm: Número de insectos muertos por tratamiento.

Ntotal: Número total de insectos por tratamiento.

C. Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), en los insectos

Los insectos con crecimiento y desarrollo del hongo mostraron a simple vista sobre su cuerpo una masa blanquecina o verde pálida que los cubría parcial o totalmente. Esta evaluación se realizó en los tratamientos Bb, Bbr, Ma, Bb+Ma y Bbr+Ma por ser hongos los entomopatógenos.

En el tratamiento Bt se evaluó la presencia de zooglea en los insectos (hay descomposición del tejido del insecto y emisión de un olor fétido) ya que el entomopatógeno es bacteria.

Fórmula para determinar el porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en Bt por tratamiento (%ICD):

$$\% \text{ ICD} = \frac{\text{Ncd}}{\text{Ntotal}} \times 100$$

Donde:

Ncd: Número de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea.

Ntotal: Número total de insectos por tratamiento.

3.3.2.6. Observaciones estereoscópicas y microscópicas

Se realizaron estas observaciones con la finalidad de confirmar si el crecimiento y desarrollo del hongo en el cuerpo del insecto pertenecían a los hongos en estudio.

A. Observaciones estereoscópicas

Se colocó el cuerpo del insecto con crecimiento y desarrollo del hongo sobre una placa de Petri, luego se colocó esta placa en la platina del estereoscopio, se enfocó la muestra a veinticinco aumentos (25X), finalmente se observó y se confirmó que las partes observadas si pertenecen a los hongos en estudio. Ver figura 29 y 31.

B. Observaciones microscópicas

Sobre una lámina porta objetos se depositó una gota de azul de metileno, con la ayuda de cinta adhesiva se adhirió parte del crecimiento y desarrollo del hongo y se pegó en la lámina porta objetos sobre la gota de azul de metileno, finalmente se colocó la muestra en el microscopio, se enfocó a cuarenta aumentos (40X), se observó y se realizó la comparación de lo observado con la clave taxonómica de Barnett.

Después de esta comparación se confirmó que las estructuras observadas si pertenecían a los hongos en estudio, y lo que se observó fue conidias del hongo. Ver figura 30 y 32.

3.3.3. Procesamiento y análisis de datos

Se realizó el ordenamiento de los datos obtenidos de las evaluaciones realizadas.

Dado a que los resultados se expresan en porcentajes (%), se tuvieron que transformar con la fórmula de la raíz cuadrada del arco seno. $A = \text{Arcsin}(\sqrt{y/100}) * 180/3.1415$; donde y : valor en %. A valores bajos (0.00%) se le sumó 0.5, $A = \text{Arcsin}(\sqrt{y + 0.5/100}) * 180/3.1415$.

Para el análisis de varianza (ANOVA) y para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico Infostat y el programa de EXCEL. Para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos se empleó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Primera evaluación (4 días después de la inoculación)

4.1.1. Inmovilización de insectos

Tabla 4. Análisis de varianza para inmovilización de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 4 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).

F.V.	SC	GI	CM	F	p- valor
Tratamientos	3419.39	6	569.90	95.92	<0.0001
Error	83.18	14	5.95		<0.0001
Total	3502.57	20			

C.V.= 13.42%

En la tabla 4 se detalla el análisis de varianza para inmovilización de insectos por efecto de los entomopatógenos en los diferentes tratamientos a los 4 días de la inoculación. Para la fuente de variación (F.V.) se observa que existe diferencia significativa entre tratamientos ya que $\alpha (0.05) > p (0.0001)$.

Para saber cuál tratamiento es el mejor se aplicó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad por ser más rigurosa ya que el coeficiente de variación es alto 13.42 % para condiciones de laboratorio.

Tabla 5. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la inmovilización de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 4 días después de la inoculación.

Tratamientos	Medias (Datos originales) %	Medias (Datos transformados)	Agrupamiento
Ma	33.33	35.27	A
Bb	27.78	31.55	A
Bbr + Ma	16.67	24.10	B
Bb + Ma	16.67	24.10	B
Tes	0.00	4.05	C
Bt	0.00	4.05	C
Bbr	0.00	4.05	C

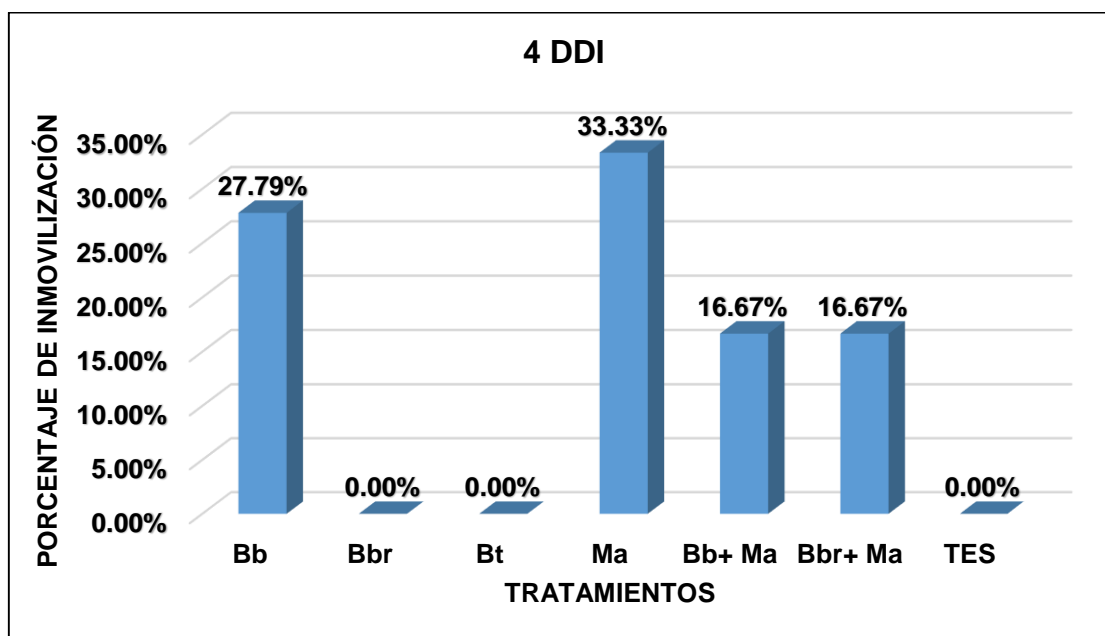


Figura 10. Inmovilización de insectos (%) a los 4 días después de la inoculación.

Como se puede observar en la tabla 5 y figura 10 la prueba de comparación de Tukey al 5% de probabilidad, indica que los tratamientos Ma y Bb son iguales estadísticamente pero superiores al resto de tratamientos alcanzando 33.33 % y 27.78 % de insectos inmóviles respectivamente.

Además no hay diferencia estadística entre los tratamientos Bbr+Ma y Bb+Ma los cuales han alcanzado 16.67 % de insectos inmóviles, mostrándose superiores estadísticamente al Testigo y los tratamientos Bt y Bbr.

Finalmente la prueba de Tukey nos muestra que el Testigo y los tratamientos Bt y Bbr son iguales estadísticamente los cuales no causaron inmovilización de insectos

4.1.2. Mortalidad de insectos

Tabla 6. Análisis de varianza para mortalidad de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 4 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
Tratamientos	2638.76	6	439.79	37.01	< 0.0001
Error	166.36	14	11.88		
Total	2805.12	20			

C.V = 25.15 %

Según la tabla 6 del análisis de varianza para la mortalidad de insectos por acción de los entomopatógenos, a los 4 días después de la inoculación, observamos que $\alpha (0.05) > p (0.0001)$ lo que indica que existe significación estadística entre tratamientos. Para saber cuál es el mejor, se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad ya que el coeficiente de variación es alto 25.15 %.

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la mortalidad de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 4 días después de la inoculación.

Tratamientos	Medias (Datos originales) %	Medias (Datos transformados)	Agrupamiento
Ma	22.22	27.82	A
Bb + Ma	22.22	27.82	A
Bb	16.67	24.10	A
Tes	0.00	4.05	B
Bt	0.00	4.05	B
Bbr + Ma	0.00	4.05	B
Bbr	0.00	4.05	B

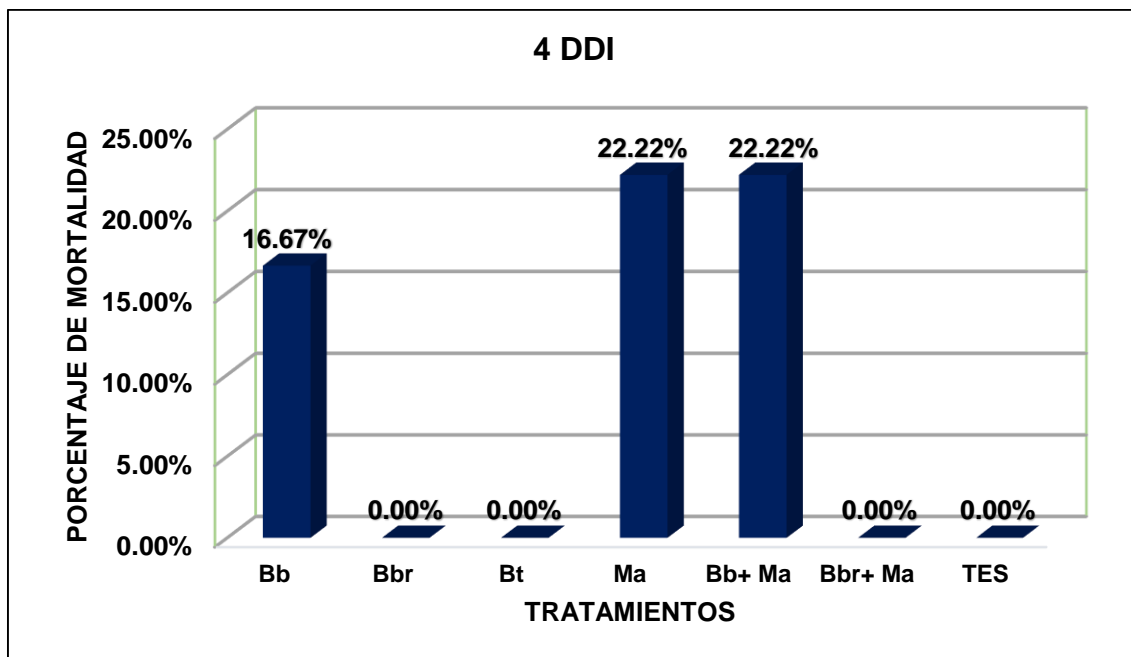


Figura 11. Mortalidad de insectos (%) a los 4 días después de la inoculación.

Como podemos observar en la tabla 7 y figura 11 la prueba de comparación de Tukey 5%, nos indica que los tratamientos Ma, Bb+Ma y Bb son iguales estadísticamente pero superiores al resto de tratamientos alcanzando 22.22%, 22.22% y 16.67% de mortalidad respectivamente.

Además se observa que no hay diferencia estadística entre el Testigo, Bt, Bbr+Ma y Bbr, en los cuales el porcentaje de mortalidad es cero.

4.1.3. Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), en los insectos.

En esta evaluación no se evidenció en ninguno de los tratamientos crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en Bt sobre el cuerpo de los insectos. Por lo tanto no se realizó el análisis estadístico.

4.2. Segunda evaluación (8 días después de la inoculación)

4.2.1. Inmovilización de insectos

Tabla 8. Análisis de varianza para inmovilización de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 8 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
Tratamientos	6422.75	6	1070.46	59.36	< 0.0001
Error	252.46	14	18.03		
Total	6675.22	20			

C.V = 17.54 %

Según la tabla 8 del ANOVA para la inmovilización de insectos por acción de los entomopatógenos, a los 8 días después de la inoculación, observamos que $p (0.0001) < \alpha (0.05)$ lo cual nos indica que existe significación estadística entre tratamientos. Para saber cuál es el mejor, se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5%, ya que el coeficiente de variación es alto 17.54 %.

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la inmovilización de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 8 días después de la instalación.

Tratamientos	Medias (Datos originales) %	Medias (Datos transformados)	Agrupamiento
Ma	44.44	41.76	A
Bbr + Ma	38.89	38.51	A
Bb	38.89	38.51	A
Bb+ Ma	38.89	38.51	A
Tes	0.00	4.05	B
Bt	0.00	4.05	B
Bbr	0.00	4.05	B

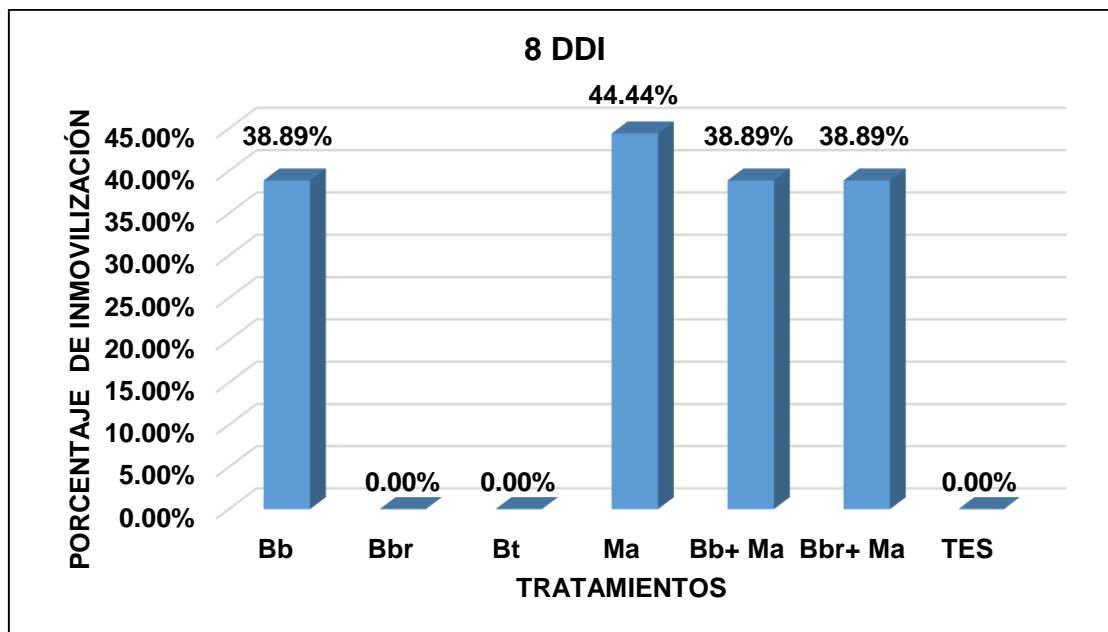


Figura 12. Inmovilización de insectos (%) a los 8 días después de la inoculación.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad nos indica que Ma con 44.44% de insectos inmóviles, Bbr+Ma, Bb y Bb+Ma los tres con 38.89%, son iguales estadísticamente pero superiores al resto.

Además indica que el Testigo, Bt y Bbr son estadísticamente iguales, mostrando 0.00% de inmovilización.

4.2.2. Mortalidad de insectos

Tabla 10. Análisis de varianza para mortalidad de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 8 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
Tratamientos	7447.66	6	1241.28	62.93	< 0.0001
Error	209.54	14	14.97		
Total	7657.20	20			

C.V= 15.43 %

En la tabla 10 del ANOVA observamos que $p (0.0001) < \alpha (0.05)$ lo que indica que hay significación estadística entre tratamientos, para determinar cuál es mejor se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad por ser más drástica ya que el coeficiente de variación es alto para condiciones de laboratorio (15.43%).

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la mortalidad de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 8 días después de la instalación.

Tratamientos	Medias (Datos originales) %	Medias (Datos transformados)	Agrupamiento	
Bb	55.56	48.25	A	
Ma	50.00	45.00	A	
Bb + Ma	38.89	38.51	A	B
Bbr + Ma	27.78	31.55	B	
Bt	0.00	4.05	C	
Tes	0.00	4.05	C	
Bbr	0.00	4.05	C	

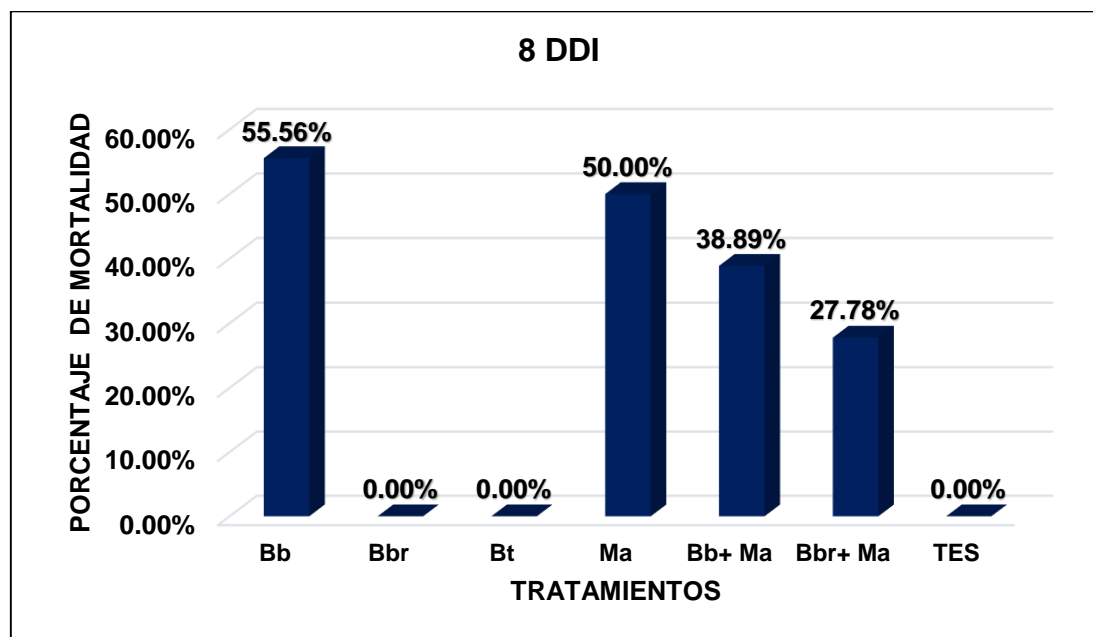


Figura 13. Mortalidad de insectos (%) a los 8 días después de la inoculación.

La prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad (tabla 11) indica que Bb, Ma, Bb+Ma son iguales estadísticamente, los cuales alcanzaron 55.56%, 50.00% y 38.89% de mortalidad respectivamente (figura 13), pero estos tratamientos son superiores estadísticamente a Bbr+Ma, Bt, Tes y Bbr.

Además nos indica que Bb+Ma y Bbr+Ma son iguales estadísticamente, cuyos porcentajes de mortalidad son 38.89% y 27.78% respectivamente, pero Bbr+Ma superó a Bt, Tes y Bbr.

Finalmente observamos que entre Bt, Tes y Bbr no hay diferencia estadística, en los cuales el porcentaje de mortalidad es cero 0.00%.

4.2.3. Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), en los insectos.

Tabla 12. Análisis de varianza para crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en los insectos, en los tratamientos a los 8 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
Tratamientos	2086.67	6	317.78	13.86	< 0.0001
Error	351.18	14	25.08		
Total	2437.85	20			

C.V= 33.20 %

En la tabla 12 de ANOVA podemos observar que $\alpha (0.05) > p (0.0001)$, lo que nos indica que existe significación estadística entre tratamientos.

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto al crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en los insectos, a los 8 días después de la inoculación.

Tratamientos	Medias (Datos originales) %	Medias (Datos transformados)	Agrupamiento	
Ma	22.22	27.82	A	
Bb + Ma	16.67	24.10	A	
Bb	16.67	24.10	A	
Bbr + Ma	11.11	17.42	A	B
Tes	0.00	4.05		B
Bbr	0.00	4.05		B
Bt	0.00	4.05		B

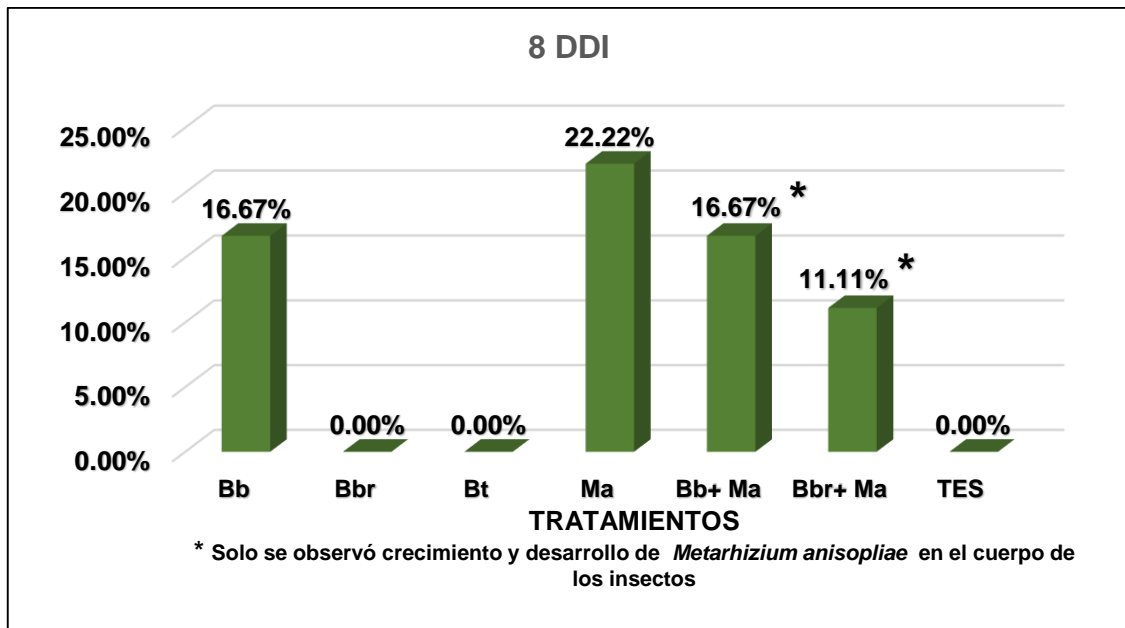


Figura 14. Porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), a los 8 días después de la inoculación.

En la tabla 13 y figura 14 se observa que a los 8 días después de la inoculación los tratamientos Ma, Bb+Ma, Bb y Bbr+Ma son iguales estadísticamente los cuales han alcanzado 22.22%, 16.67%, 16.67% y 11.11% de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo respectivamente. Pero los tratamientos Ma, Bb+Ma, Bb son superiores estadísticamente al Tes, Bbr y Bt.

Finalmente podemos observar que entre Bbr+Ma, Tes, Bbr y Bt no hay diferencia estadística, Bbr+Ma mostró 11.11% de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo mientras que Bbr 0.00% y Bt 0.00% de insectos con presencia de zooglea.

4.3. Tercera evaluación (12 días después de la inoculación)

4.3.1. Inmovilización de insectos

En esta evaluación no se observó insectos inmóviles ya que en los tratamientos Bb, Ma, Bb+Ma y Bbr+Ma, todos los insectos están muertos y en los tratamientos Bt, Bbr y el Testigo no se presenta algún indicio de inmovilidad o enfermedad. Por lo tanto no se realizó el análisis estadístico.

4.3.2. Mortalidad de insectos

Tabla 14. Análisis de varianza para mortalidad de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 12 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
Tratamientos	32581.62	6	5430.27	141.83	< 0.0001
Error	536.00	14	38.29		
Total	33117.63	20			

C.V = 11.04 %

En la tabla 14 se detalla el ANOVA para mortalidad de insectos a los 12 días después de la inoculación, la cual nos indica que hay significación estadística entre tratamientos ya que $\alpha (0.05) > p (0.0001)$, por lo tanto se aplicó la prueba estadística de Tukey al 5% de probabilidad por ser más drástica, ya que el coeficiente de variación es alto (11.04 %) para condiciones de laboratorio.

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la mortalidad de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 12 días después de la inoculación.

Tratamientos	Medias (Datos originales) %	Medias (Datos transformados)	Agrupamiento
Ma	100.00	90.00	A
Bbr + Ma	100.00	90.00	A
Bb	100.00	90.00	A
Bb + Ma	100.00	90.00	A
Bt	11.11	17.42	B
Bbr	5.56	10.73	B
Tes	0.00	4.05	B

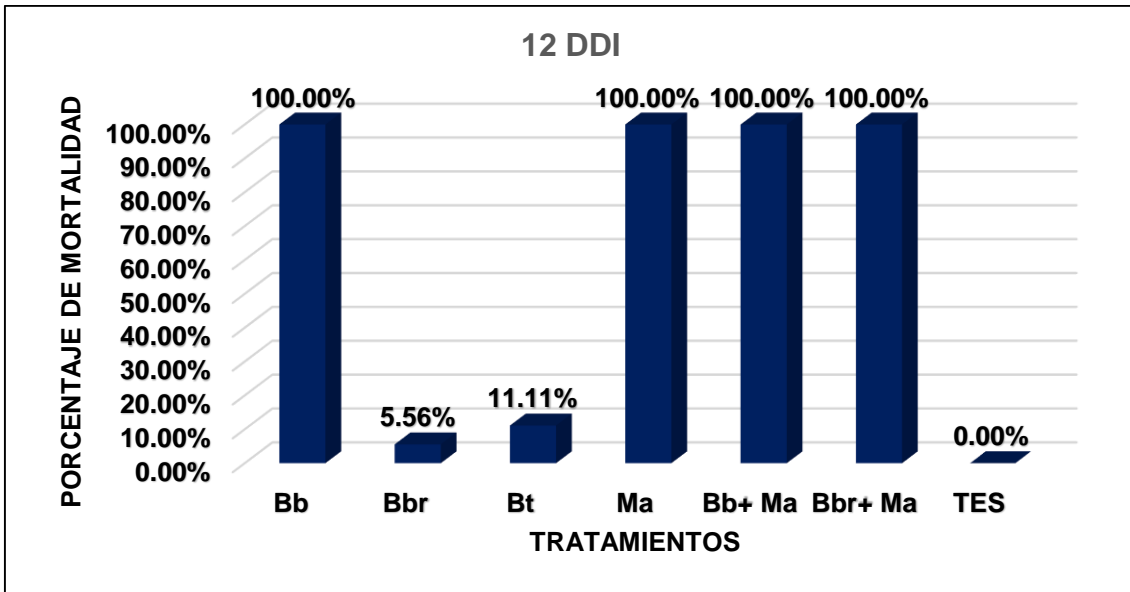


Figura 15. Mortalidad de insectos (%) a los 12 días después de la inoculación.

Como se observa en la tabla 15 y figura 15 la prueba de comparación de Tukey 5%, indica que los tratamientos Ma, Bbr+Ma, Bb y Bb+Ma son iguales estadísticamente, en los cuales hay 100.00 % de mortalidad de insectos. Pero que son estadísticamente superiores a Bt, Bbr y el Tes.

Además se observa que entre Bt, Bbr y el Tes no hay diferencia estadística, los cuales han logrado 11.11%, 5.56% y 0.00% de insectos muertos respectivamente.

4.3.3. Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), en los insectos.

Tabla 16. Análisis de varianza para crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en los insectos, en los tratamientos a los 12 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
Tratamientos	11152.79	6	1858.80	63.69	< 0.0001
Error	408.56	14	29.18		
Total	11561.35	20			

C.V = 17.83 %

La tabla 16 del ANOVA indica para la fuente de variación (F.V.) que existe diferencia significativa entre tratamientos ya que $\alpha (0.05) > p (0.0001)$. Para saber cuál de los tratamientos es el mejor se aplicó la prueba de comparación de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad por ser el coeficiente de variación alto (17.83%) para condiciones de laboratorio.

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto al crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea sobre el cuerpo del insecto, a los 12 días después de la inoculación.

Tratamientos	Medias (Datos originales) %	Medias (Datos transformados)	Agrupamiento
Bbr + Ma	66.67	55.22	A
Bb + Ma	61.11	51.49	A
Ma	61.11	51.49	A
Bb	44.44	41.76	A
Tes	0.00	4.05	B
Bbr	0.00	4.05	B
Bt	0.00	4.05	B

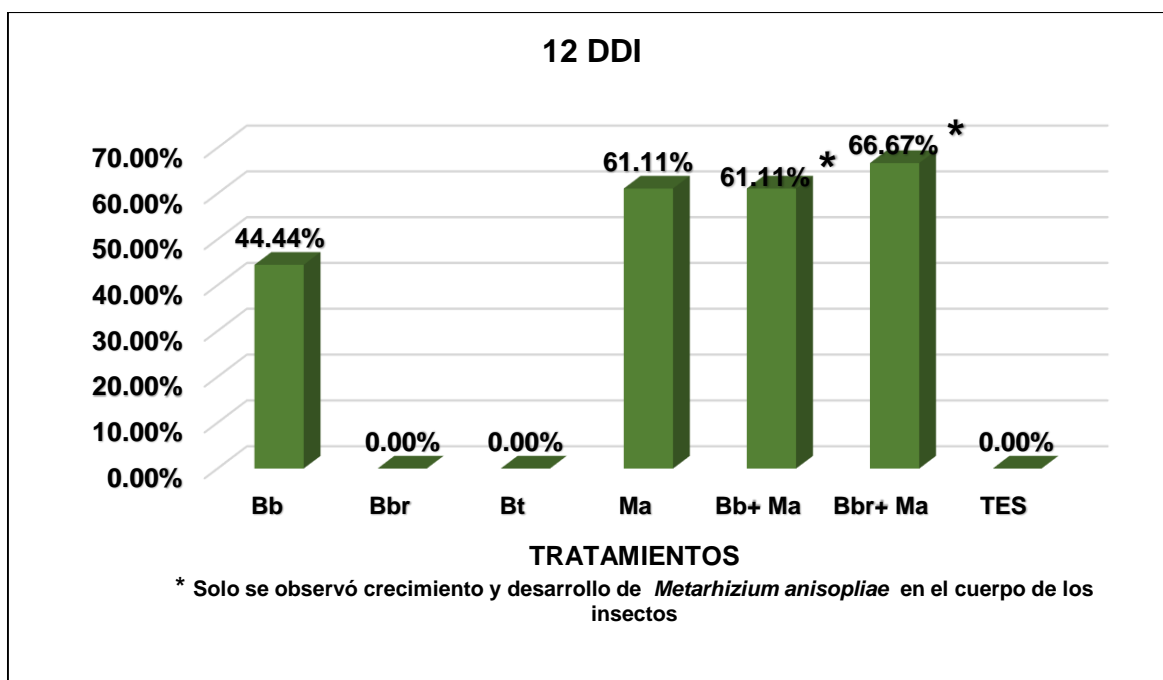


Figura 16. Porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en Bt, a los 12 días después de la inoculación.

La prueba de Tukey al 5% de probabilidad indica que los tratamientos Bbr+Ma, Bb+Ma, Ma y Bb son estadísticamente iguales los que alcanzaron 66.67%, 61.11%, 61.11% y 44.44% de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo respectivamente, pero estos tratamientos son estadísticamente superiores al Tes, Bbr y Bt.

Además indica que el Tes, Bbr y Bt son iguales estadísticamente, ya que hay 0.00% de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea.

4.4. Cuarta evaluación (16 días después de la inoculación)

4.4.1. Inmovilización de insectos

En esta evaluación no se observa inmovilización de insectos ya que en los tratamientos Bb, Ma, Bb+Ma y Bbr+Ma, todos están muertos y en los tratamientos Bt, Bbr y el Testigo no se presenta algún indicio de inmovilidad o enfermedad. Por lo tanto no se realizó el análisis estadístico.

4.4.2. Mortalidad de insectos

Tabla 18. Análisis de varianza para mortalidad de insectos por acción de los entomopatógenos en los tratamientos a los 16 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
Tratamientos	23175.08	6	3862.51	153.98	< 0.0001
Error	351.18	14	25.08		
Total	23526.26	20			

C.V = 8.17 %

La tabla 18 del análisis de varianza nos indica que existe significación estadística entre tratamientos ya que $\alpha (0.05) > p (0.0001)$.

Para saber cuál de los tratamientos es el mejor se aplicó la prueba de comparación de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad. Ya que el coeficiente de variación es alto (20.17 %) para condiciones de laboratorio.

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto a la mortalidad de insectos alcanzado por acción de los entomopatógenos, a los 16 días después de la inoculación.

Tratamientos	Medias (Datos originales) %	Medias (Datos transformados)	Agrupamiento
Ma	100.00	90.00	A
Bbr + Ma	100.00	90.00	A
Bb	100.00	90.00	A
Bb + Ma	100.00	90.00	A
Bt	22.22	27.82	B
Bbr	16.64	24.10	B
Tes	11.11	17.42	B

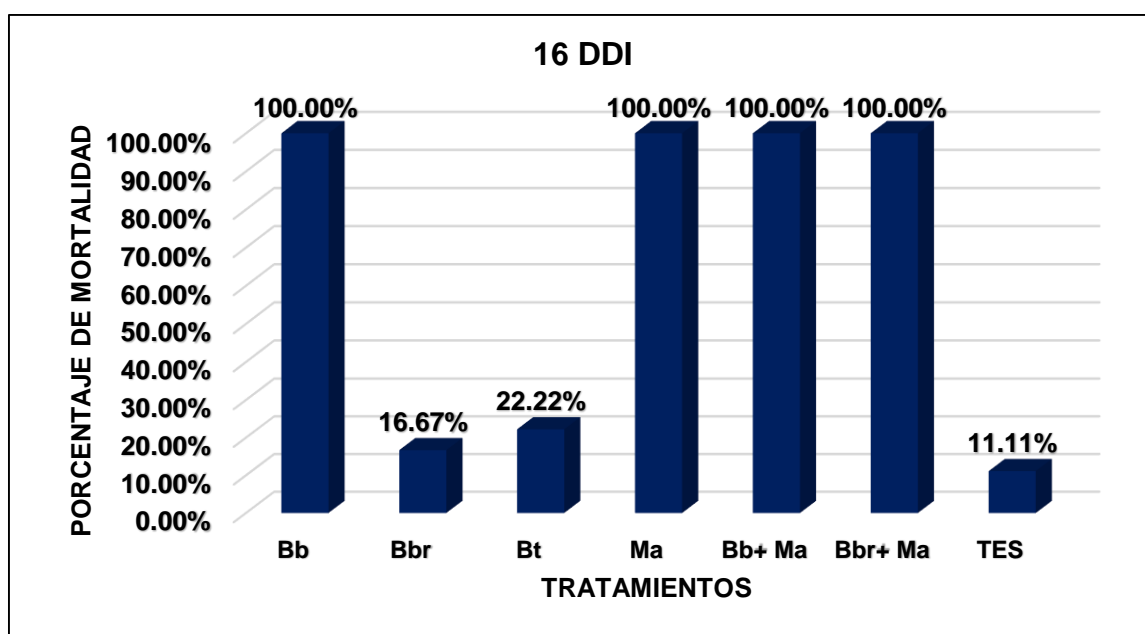


Figura 17. Mortalidad de insectos (%) a los 16 días después de la inoculación.

La prueba de Tukey al 5% indica que los tratamientos Ma, Bbr+Ma, Bb y Bb+Ma son iguales estadísticamente, los cuales alcanzaron el 100.00% de mortalidad de insectos, pero estos tratamientos son estadísticamente superiores a Bt, Bbr y el Tes.

También indica que los tratamientos Bt, Bbr y el Tes son iguales estadísticamente, los que han alcanzado 22.22%, 16.67% y 11.11% de insectos muertos respectivamente. Esto indica que hay factores externos que están interviniendo ya que hay mortalidad en el testigo, estos son ciclo biológico del insecto, estrés y humedad ya que son susceptibles a este factor ambiental.

4.4.3. Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), en los insectos.

Tabla 20. Análisis de varianza para crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en los insectos, en los tratamientos a los 16 días de la inoculación (Datos transformados con raíz cuadrada del arcoseno).

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
Tratamientos	21488.34	6	3581.39	53.33	< 0.0001
Error	940.13	14	67.15		
Total	22428.47	20			

C.V = 20.17 %

La tabla 20 de ANOVA para el crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt) en los insecto a los 16 días de inoculación, nos indica que hay significación estadística entre tratamientos ya que $\alpha (0.05) > p (0.0001)$. Para saber cuál de los tratamientos es el mejor se aplicó la prueba de comparación de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad. Ya que el coeficiente de variación es alto (20.17 %) para condiciones de laboratorio.

Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar el mejor tratamiento con respecto al crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en los insectos, a los 16 días después de la instalación.

Tratamientos	Medias (Datos originales) %	Medias (Datos transformados)	Agrupamiento
Ma	88.89	73.94	A
Bbr + Ma	88.89	73.94	A
Bb	77.79	62.19	A
Bb + Ma	77.79	62.19	A
Tes	0.00	4.05	B
Bt	0.00	4.05	B
Bbr	0.00	4.05	B

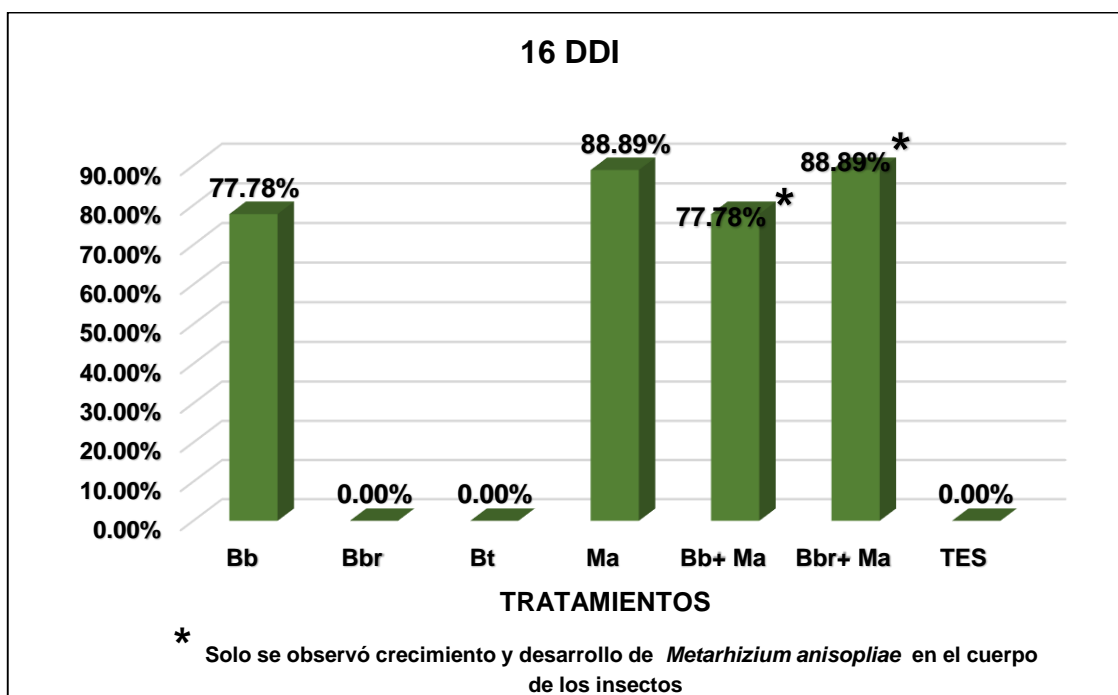


Figura 18. Porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), a los 16 días después de la inoculación.

Como se observa en la tabla 21 y figura 18, la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% indica que los tratamientos Ma, Bbr+Ma, Bb y Bb+Ma son iguales estadísticamente alcanzando 88.89%, 88.89%, 77.78% y 77.78% de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo respectivamente, pero estos tratamientos son superiores estadísticamente a Bt, Bbr y al Testigo.

Finalmente indica que los tratamientos Bt, Bbr y el Testigo son iguales estadísticamente en los cuales no hay insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea.

Tabla 22. Resumen de la inmovilización de insectos alcanzado por los tratamientos, desde el día de la inoculación hasta el decimosexto día.

Tratamientos	Evaluación (días de inoculación)				
	0(0)	1 (4)	2 (8)	3 (12)	4 (16)
Bb	0.00%	27.79%	38.89%	0.00%	0.00%
Bbr	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Bt	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ma	0.00%	33.33%	44.44%	0.00%	0.00%
Bb+Ma	0.00%	16.67%	38.89%	0.00%	0.00%
Bbr+Ma	0.00%	16.67%	38.89%	0.00%	0.00%
Tes	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

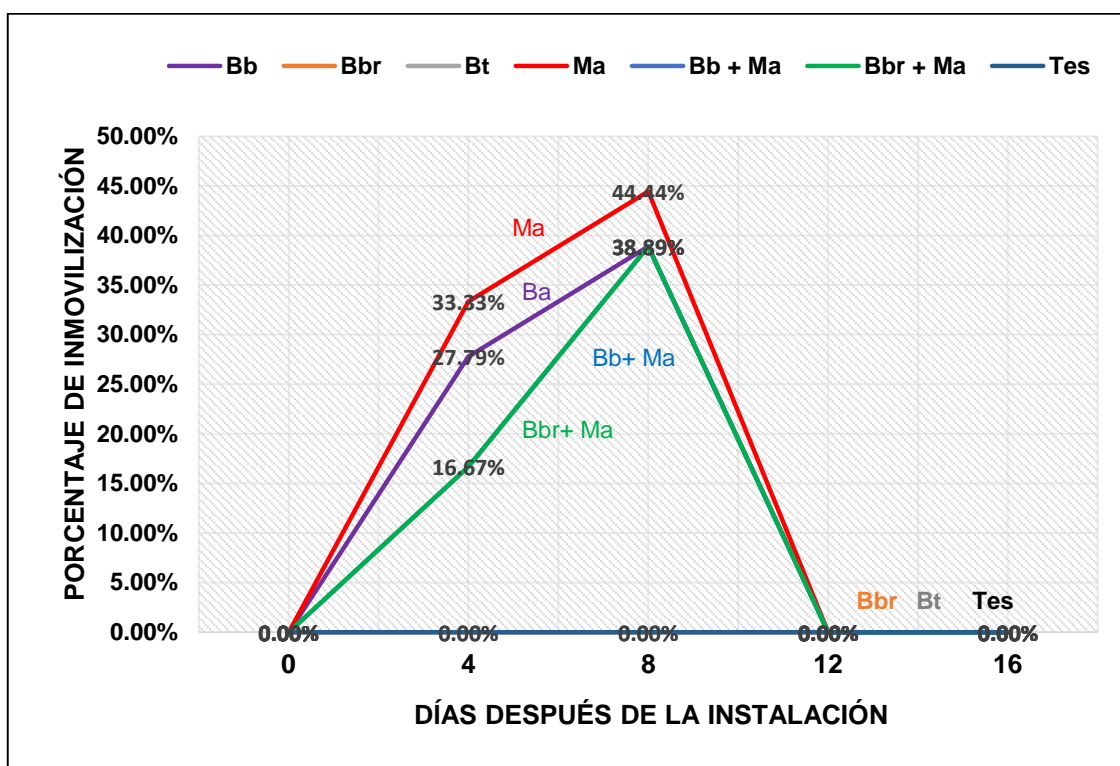


Figura 19. Comparativo de inmovilización de insectos alcanzado por los entomopatógenos a través del tiempo.

En la figura 19 se observa que al cuarto día de la instalación *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* han ocasionado el 33.33% y 27.79% de insectos inmóviles respectivamente. Mientras que los tratamientos combinados Bb+Ma y Bbr+Ma 16.67%.

Al octavo día se observa que *Metarhizium anisopliae* ocasionó 44.44% de insectos inmóviles incrementado 11.11% con relación a la primera evaluación, mientras que *Beauveria bassiana* ha logrado el 38.89% de inmovilización igualando con los tratamientos combinados, los cuales han incrementado 22.22%. Estos incrementos en porcentaje nos indica que los entomopatógenos van incrementando su efecto ya que algunos insectos que se han mostrado inmóviles en la primera evaluación están muertos para esta evaluación.

La prueba de Tukey al 5% de probabilidad indica para la primera evaluación que Ma y Bb son superiores estadísticamente a los tratamientos combinados ya para la segunda evaluación indica que estos cuatro tratamientos son iguales estadísticamente a pesar de sus diferencias en porcentajes.

Al decimosegundo día podemos observar que la curva de inmovilización de insectos en Ma, Bb, Bb+Ma y Bbr+Ma baja a cero, esto se debe a que en estos tratamientos todos los insectos están muertos.

En los tratamientos Bbr, Bt y testigo se observa que el porcentaje de inmovilización es cero en todas las evaluaciones, esto indica que *Beauveria brongniartii* y *Bacillus thuringiensis var kurstaki* no ocasionaron efecto sobre los insectos.

La inmovilización es un síntoma inicial que muestran los insectos al ataque de los entomopatógenos y se produce por las micotoxinas que se liberan en el hemocele del insecto, las cuales afectan órganos vitales (Bustillo 2001).

Tabla 23. Resumen de mortalidad de insectos alcanzado por los tratamientos, desde el día de la inoculación hasta el decimosexto día.

Tratamientos	Evaluación (días de inoculación)				
	0(0)	1 (4)	2 (8)	3 (12)	4 (16)
Bb	0.00%	16.67%	55.56%	100%	100%
Bbr	0.00%	0.00%	0.00%	5.56%	16.67%
Bt	0.00%	0.00%	0.00%	11.11%	22.22%
Ma	0.00%	22.22%	50.00%	100%	100%
Bb+Ma	0.00%	22.22%	38.89%	100%	100%
Bbr+Ma	0.00%	0.00%	27.78%	100%	100%
Tes	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.11%

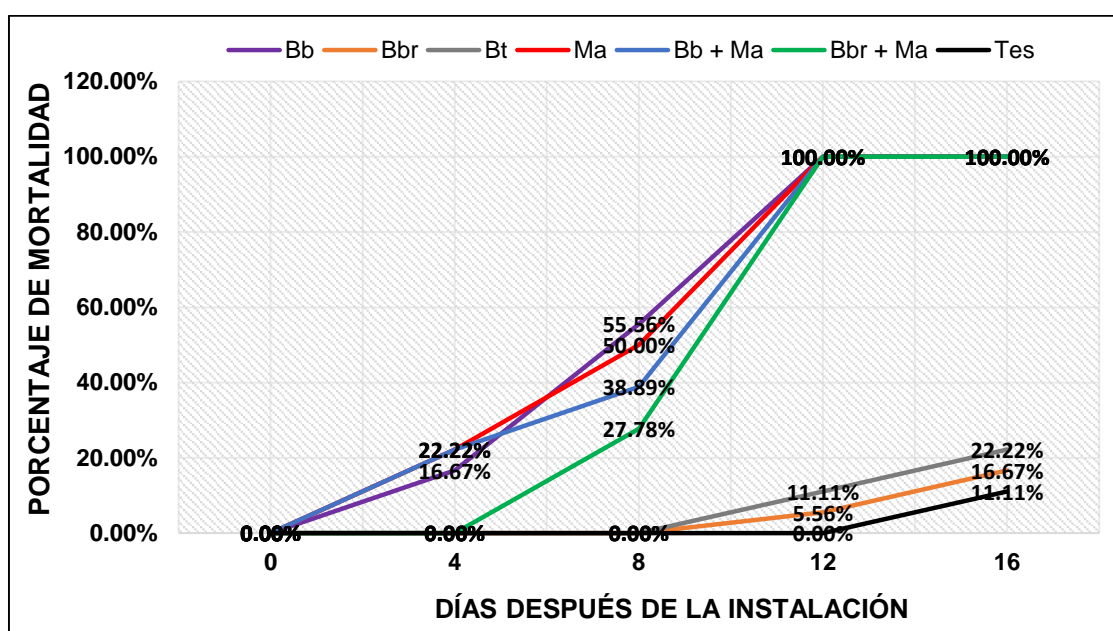


Figura 20. Comparativo de mortalidad de insectos alcanzado por los entomopatógenos a través del tiempo.

En la figura 20 se aprecia que al cuarto días, los entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* han causado 22.22% y 16.67% de insectos muertos, al octavo día el porcentaje de mortalidad se incrementó en los tratamientos Bb, Ma, Bb+Ma, mientras que en el tratamiento Bbr+Ma también ya hay muerte de insectos (27.78%), pero en Bt, Bbr y el testigo es 0.00%, en el decimosegundo día se observa que los tratamientos Bb, Ma, Bb+Ma y Bbr+Ma han logrado el 100% de mortalidad, además se aprecia que en Bt y Bbr hay

muerte de insectos con porcentajes bajos (11.11% y 5.56%) respectivamente, finalmente en el decimosexto día se observa que hay mortalidad en el testigo, pero con un porcentaje bajo (11.11%) y parecido al de Bt y Bbr.

La prueba de Tukey al 5% de probabilidad que se aplicó en cada una de la evaluaciones indica que el tratamiento Bbr+Ma fue inferior estadísticamente que Bb, Ma, Bb+Ma, hasta el octavo día de la inoculación; ya para el decimosegundo día se iguala estadísticamente a esos tratamientos. Mientras que Bt, Bbr y el testigo son iguales estadísticamente en las cuatro evaluaciones, pero superadas por Bb, Ma, Bb+Ma y Bbr+Ma, esto afirma que la muerte de insectos en Bt y Bbr no fueron causados por *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* y *B. brongniartii* sino que están interviniendo factores externos como ciclo biológico del insecto, estrés y humedad.

La muerte del insecto por acción de los hongos entomopatógenos se produce por el daño físico del tejido, toxicosis, deshidratación de las células y consumo de nutrientes (Bustillo 2001).

Tabla 24. Resumen de crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt) en los insectos alcanzado por los tratamientos, desde el día de la inoculación hasta el decimosexto día.

Tratamientos	Evaluaciones (días de inoculación)				
	0(0)	1 (4)	2 (8)	3 (12)	4 (16)
Bb	0.00%	0.00%	16.67%	44.44%	77.78%
Bbr	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Bt	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ma	0.00%	0.00%	22.22%	61.11%	88.89%
Bb+Ma	0.00%	0.00%	16.67%	61.11%	77.78%
Bbr+Ma	0.00%	0.00%	11.11%	66.67%	88.89%
Tes	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

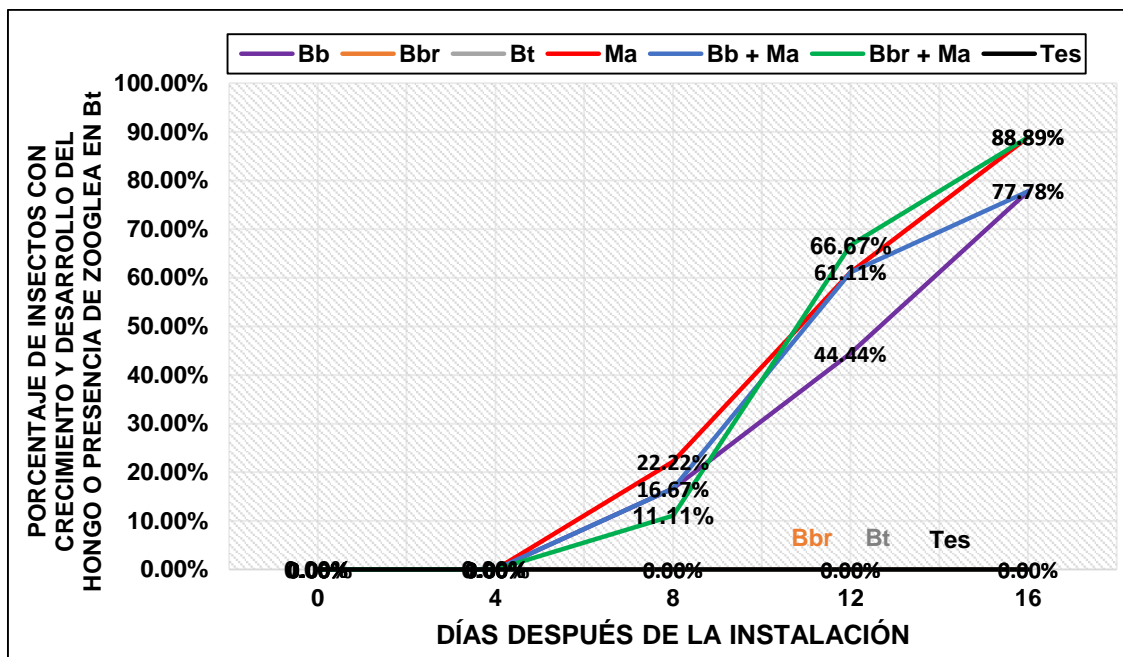


Figura 21. Comparativo del porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en (Bt), a través del tiempo.

En la figura 21 se observa que al cuarto día de la instalación no hay crecimiento y desarrollo del hongo en el cuerpo del insecto en ninguno de los tratamientos, ni presencia de zooglea en Bt ya para el octavo día en los tratamientos Ma, Bb+Ma, Bb y Bbr+Ma se observó 22.22%, 16.67%, 16.67% y 11.11% de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo respectivamente, en Bbr 0.00% y en Bt 0.00% de insectos con presencia de zooglea.

En el decimosegundo día el tratamiento que ha incrementado mayor porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo es Bbr+Ma de un 11.11% a un 66.67%, mientras que Bb+Ma aumentó 44.44%, Ma 38.89% y Bb 27.77%, en los tratamientos Bbr y Bt no se observa crecimiento y desarrollo del hongo ni presencia de zooglea en el cuerpo de los insectos.

En la última evaluación los tratamientos Ma y Bbr+Ma alcanzaron el mismo porcentaje de insectos con crecimiento y desarrollo del hongo (88.89%), y los tratamientos Bb y Bb+Ma también alcanzaron el mismos porcentaje (77.78%) pero según la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% no hay diferencia estadística entre estos cuatro tratamientos. Finalmente se observa que en Bbr y Bt no hubo crecimiento y desarrollo del hongo ni presencia de zooglea

respectivamente a lo largo de todo el proceso de evaluación, de esto se afirma que en estos tratamientos los entomopatógenos no infectaron a los insectos.

Las observaciones estereoscópicas y microscópicas que se realizaron al finalizar todo el proceso de evaluación, nos confirman que en el tratamiento Bb las estructuras observadas son de *Beauveria bassiana* y en el tratamiento Ma de *Metarhizium anisopliae*.

En los tratamientos combinados Bb+Ma y Bbr+Ma en todos los insectos muertos creció y desarrolló *Metarhizium anisopliae* debido a su proliferación sobre *Beauveria bassiana* además se aprecia que el crecimiento y desarrollo se debe a la calidad de alimento que encuentra en el soma del insecto.

Comparando el tratamiento Bb (*Beauveria bassiana*) con Ma (*Metarhizium anisopliae*) observamos que en el porcentaje de inmovilización y crecimiento y desarrollo del hongo en el insecto, *M. anisopliae* tiene mejores resultados, de esto se concluye que en el tratamiento Bb+Ma este entomopatógeno encontró mejores condiciones para su desarrollo. Ferron (1978), menciona que los factores que más influyen en el desarrollo y la patogenicidad de los hongos entomopatógenos, así como en el desarrollo de la enfermedad a nivel epizootico son la temperatura y la humedad relativa. Mientras que Ortiz (2011), indica que las condiciones óptimas de germinación, desarrollo, esporulación e infección de los hongos entomopatógenos difieren de una especie a otra.

Inglis (1999), en un ensayo indica que a una temperatura controlada (25° C) *Beauveria* prevalecía sobre *Metarhizium* en el hemocele del insecto pero cuando el rango de temperatura crece las poblaciones de este último aumenta en relación con el primero, la investigación estuvo instalada a temperatura de ambiente donde hubo fluctuaciones de la misma que hicieron que este factor influya sobre el desarrollo de estos hongos.

González (2003), indica que el crecimiento micelial de *B. bassiana* es estimulado por la luz pero se retarda en *M. anisopliae*; la investigación estuvo instalada en ambiente cerrado bajo sombra lo que redujo el ingreso de luz favoreciendo a *M. anisopliae*.

Yasuda *et al.* (1997), menciona que *B. bassiana* a 32 y 43% de humedad relativa (HR) no produce infección sobre *Cylas formicarius* mientras que González (2003) indica que obtuvo 46 y 55% de mortalidad del mismo insecto con *M. anisopliae* a 35 y 53% de HR, en la investigación no se determinó la HR dentro de la placa de Petri, pero esta condición ambiental fue inversamente proporcional con el transcurso de los días de aplicación del caldo entomopatógeno influyendo en la patogenicidad de los hongos.

Teniendo en cuenta los factores ambientales se afirma que en el tratamiento Bb+Ma; *M. anisopliae* infectó en menor tiempo, lo que ocasionó que el crecimiento y desarrollo se dé de forma más rápida y notoria que de *Beauveria bassiana*.

Comparando el tratamiento Bbr (*Beauveria brongniartii*) con Ma (*Metarhizium anisopliae*) observamos que en Bbr no hubo efecto sobre los insectos, con este análisis en el tratamiento Bbr+Ma concluimos que fue *Metarhizium anisopliae* el entomopatógeno que ocasionó la inmovilización y muerte de insectos confirmando con el crecimiento y desarrollo sobre el cuerpo de los mismos.

El valor del Coeficiente de Variación (C.V) en todas las evaluaciones realizadas está entre el rango 33.20 % y 8.17 %, es alto, escapando los valores recomendados para investigación in vitro ($\leq 5\%$); la razón es por el número de insectos utilizados por cada tratamiento (6), ya que un insecto representa el 16.66%, ciclo biológico y estrés del mismo, humedad relativa ya que es sensibles a esta condición y cantidad de inóculo del controlador biológico.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Metarhizium anisopliae es eficaz en el control in vitro del escarabajo defoliador del arándano ocasionando al octavo día de la inoculación 44.44 % de insectos inmóviles, en el decimosegundo día logró el 100 % de mortalidad y en el decimosexto día alcanzó 88.89 % de insectos con crecimiento y desarrollo de este hongo.

Beauveria bassiana es eficaz en el control in vitro del escarabajo defoliador del arándano ocasionando 38.89 % de insectos inmóviles al octavo día de la inoculación, 100 % de mortalidad al decimosegundo y 77.78% de insectos con crecimiento y desarrollo de este hongo al decimosexto día.

Beauveria brongniartii y *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* no mostraron eficacia en el control in vitro del escarabajo defoliador ya que no ocasionaron efecto sobre este insecto.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, JA. 2016. Evaluación de hongos entomopatógenos como controladores biológicos de *Scutigerella immaculata* (en línea). Tesis Lic. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. p. 31-32. Consultado 07 nov. 2017. Disponible en <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis243.pdf>

Bañados, P. 2007. Perspectivas en el mercado de los arándanos: produciendo arándanos. Tucumán, Argentina, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad de Talca. p. 42-298.

Barnett, LH. 1960. Géneros ilustrados de hongos imperfectos. 2 ed. p. 59, 62.

Baró, Y; Fontana, DM; Santos, D. 2009. Caracterización de cepas de *Bacillus thuringiensis* y actividad biológica hacia *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) y *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) (en línea). Fitosanidad 13(3):1-10. Consultado 28 jul. 2018. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-30092009000300005

Bravo, A; Gómez, I; Porta, H; García, BI; Rodríguez, C; Pardo, L; Soberón, M. 2013. Evolución de *Bacillus thuringiensis* y su actividad insecticida de toxinas Cry. Microb Biotechnol. 6:17-26.

Bustillo, A. 2001. Hongos en insectos y posibilidades de uso en el control biológico de plagas en Colombia. Bogotá, Colombia, Sociedad Colombiana de Entomología. p. 30-53.

Buzeta, A. 1997. Chile: berries para el 2000, arándano. Santiago, Chile Departamento Agroindustrial. p. 53-133. Consultado 17 jul. 2018. Disponible en http://www.academia.edu/30235212/ARANDANO_Vaccinium_myrtillus

Carhuaricra, CH. 2012. Cultivo de arándano *Vaccinium* sp. y sus principales características (en línea). Monografía Ing. Huacho, Perú, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. p. 11-18. Consultado 02 ene. 2017. Disponible <http://studyres.es/doc/3201041/monografia-el-cultivo-de-arandano-vaccinium-sp>

Carrillo, MT. 2009. Potencial y algunos de los mecanismos de acción de los hongos entomopatógenos para el control de insectos plaga (en línea). Acta Universitaria 19(2):40-49. Consultado 19 jul. 2018. Disponible en <http://www.acuedi.org/ddata/1570.pdf>

Castillo, CE; Cañizalez, LM; Valera, R; Godoy, JC; Guedez, C; Olivar, R, Morillo, S. 2012. Caracterización morfológica de *Beauveria bassiana*, aislada de diferentes insectos en Trujillo – Venezuela (en línea). Revista Academia 11(23):275-281. Consultado 05 oct. 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/271825762_CHARACTERIZACION_MORFOLOGICA_DE_BEAUVERIA_BASSIANA_AISLADA_DE_DIFERENTES_INSECTOS_EN_TRUJILLO-_VENEZUELA

Castillo, S. 2006. Uso de *Metarhizium anisopliae* para el control biológico del salivazo (*Aeneolamia* spp. y *Prosapia* spp.) en pastizales de *Brachiaria decumbens* en El Petén, Guatemala (en línea). Tesis M. Sc. Guatemala, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 67 p. Consultado 28 jul. 2018. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0748e/A0748e.pdf>

Chong, MJ. 2003. Utilización de medios de cultivos líquidos para la obtención de blastoesporas y conidias de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) resistentes a condiciones ambientales (en línea). Tesis M. Sc. México, Universidad Autónoma de Nuevo León. p. 12. Consultado 28 jul. 2018. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/1247/1/1080124372.PDF>

Ferron, P. 1978. Control biológico de plagas de insectos por hongos entomopogénicos. Rev. Entomología 23:409-442.

Flores, A; Egúsquiza, RM; Alcarraz, M; Woolcott, JC; Benavides, E; Godoy, J; Huerta, D; Patiño, A. 2011. Biodiversidad de *Bacillus thuringiensis* aislados de agroecosistemas peruanos y evaluación del potencial bioinsecticida (en línea). Ciencia e Investigación 14(1):30-35. Consultado 28 jul. 2018. Disponible en <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/viewFile/3235/2702>

Furth, DG. 2004. Alticinae (Coleoptera, Chrysomelidae): biodiversidad taxonómica y biogeográfica de artrópodos de México. p. 69.

Gómez, H. 2014. *Metarhizium anisopliae* Metchnikof Cepa CCB-LE365 (en línea). Perú, SENASA. p. 2. Consultado 28 jul. 2018. Disponible en <http://repositorio.senasa.gob.pe/handle/SENASA/254>

Gómez, MG. 2010. La poda en la productividad del arándano (*Vaccinium* spp.) en Michoacán (en línea). Tesis M. Sc. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo. 77 p. Consultado 07 mar. 2018. Disponible en <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2010120708126425.pdf>

Gonzales, E. 2003. Efecto de la temperatura, humedad relativa y humedad del suelo sobre la patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* en larvas de *Anastrepha ludens*. Tesis Dr. Colina, México, Universidad de Colina. 131 p.

Gonzales, M; Aguilar, CN; Rodríguez, R. 2012. Control de insectos plaga en la agricultura utilizando hongos entomopatógenos: retos y perspectivas (en línea). Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila 4(8):42-55. Consultado 06 oct. 2017. Disponible en <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/Documentos/AQM/AQM8/5.pdf>

Guerrero, J; Carrillo, R; Aguilera, A. 1999. Caracterización morfológica y germinación de cepas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* var *anisopliae*, asociado a larvas de escarabaeidos y curculionidos (en línea). Agro Sur 27(2):1-5. Consultado 23 jul. 2018. Disponible en http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0304-88021999000200003&script=sci_arttext

Hernández, J; Ramírez, L; Ramírez, N; Fuentes, LS. 2012. Métodos estandarizados para la caracterización de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* para el control de insectos plaga: modelo *Tuta absoluta* (en línea). Bogotá, Colombia, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. p. 12-13. Consultado 23 jul. 2018. Disponible en https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/pdf-_metodos_estandarizados-pag-web.pdf

Inglis, GD; Duke, LM; Kawchuk, MS. 1999. Influencia de las temperaturas oscilantes en la infección competitiva y la colonización de saltamontes migratorio por *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Biol. Contr. 14 (2): 111-120.

INTAGRI (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura). 2018. *Beauveria bassiana* en el control biológico de patógenos (en línea). Consultado 28 jul. 2018. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/beauveria-bassiana-en-el-control-biologico-de-patogenos>

Leod, D.1954. Investigaciones sobre los géneros *Beauveria* y *Tritirachium*. Canadian Journal of Botany. 32 (6):818-890.

Maduell, P. 2007. Estudio de la ecología de *Bacillus thuringiensis* en la hoja (en línea). Tesis Dr. Barcelona, España, Universidad Autónoma de Barcelona. p. 20. Consultado 28 jul. 2018. Disponible en <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2007/tdx-1114108-121631/pms1de1.pdf>

Mandujano, E. 2015. Control biológico de *Pagiocerus frontalis* Fabr. (Gorgojo granero) con los hongos entomopatógenos: *Beauveria brongniartii*, *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (en línea). Huancayo, Perú, Universidad Nacional del Centro del Perú. s.p. Consultado 31 may. 2018. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/974>

Monzón, A., 2001. Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) 63:95-103. Consultado 31 may. 2018. Disponible en <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6723/A2107e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Muñoz, L; Maihua, R; Peralta, F. 2005. Análisis de antocianinas en arándanos del Noa. Tucumán, Argentina, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. p. 98-146.

Ñañez, LK. 2016. Hongos entomopatógenos (en línea). Colombia, Universidad Popular del Cesar. p. 20-40. Consultado 22 feb. 2018. Disponible en <https://www.slideshare.net/adrianasandon/ya-libro-hongos-entomopatogenos>

Ordóñez; M.M. 2014. Catálogo de autoridades taxonómicas y base de datos curatorial de la familia Chrysomelidae en México (en línea). México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. p 8, 15. Informe final, SNIB-CONABIO. Proyecto No. HS003. Consultado 20 feb. 2017. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfHS003.pdf>

Ortiz, M; Valdivia, R; Ortiz, A; Medina, R. 2011. Efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el desarrollo de los hongos entomopatógenos. Rev. Biociencias 1(2):42-53.

Padilla, GN; Bernal, MG; Vélez, PE; Montoya, EC. 2000. Caracterización patogénica y morfológica de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* obtenidos de diferentes órdenes insectiles (en línea). Cenicafé 51(1):28-40. Consultado 23 jul. 2018. Disponible en <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc051%2801%29028-040.pdf>

Palomares, JI. 2010. Los frutos del bosque o pequeños frutos en la cornisa cantábrica: el arándano (en línea). España. p. 29. Consultado 24 mar. 2018. Disponible en http://www.cifacantabria.org/Documentos/2011_arandano.pdf

Portela, DD; Chaparro, A; López, SA. 2013. La biotecnología de *Bacillus thuringiensis* en la agricultura (en línea). Ciencias Biomédicas 11(20):87-95. Consultado 02 abr. 2018. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v11n20/v11n20a09.pdf>

Romero, CA. 2016. El arándano en el Perú y el mundo: producción, comercio y perspectivas. Lima, Perú. MINAGRI. p. 5-6. Consultado 07 mar. 2018. Disponible http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/el_arandano.pdf

Rosas, NM. 1999. Desarrollo de formulados asperjables de *Beauveria bassiana* (Balsamo Vuillemin) utilizando diversos polímeros (en línea). Tesis M. Sc. México, Universidad Autónoma de Nueva León. 71 p. Consultado 19 jul. 2018. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/7235/1/1080087092.PDF>

Sánchez, EJ. 2001. Selección y caracterización de cepa de *Bacillus thuringiensis* tóxicas contra *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) (Herbst) y *Oryzaephilus surinamensis* L (en línea). Tesis Dr. México, Universidad Autónoma de Nueva León. 92 p. Consultado 31 may. 2018. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/1069/1/1080124486.PDF>

Sauka, DH y Benintende, GB. 2008. *Bacillus thuringiensis*: un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. Revista Argentina de Microbiología 40:125-127.

Schnepf, E. 1998. *Bacillus thuringiensis* y sus proteínas cristalinas plaguicidas. Rev. Microbiología y Biología Molecular 62:775-806. Consultado 20 jul. 2018. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC98934/>

Sierra Exportadora. 2016. Perspectivas del cultivo de arándano en Perú (en línea). Consultado 07 mar. 2018. Disponible en <https://gestion.pe/economia/produccion-arandano-peruano-duplicara-ano-sierra-exportadora-147151>

Suárez, H. 2009. Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) plaga de maíz almacenado (en línea). Rev. Intrópica 4:47-53. Consultado 28 jul. 2018. Disponible en [file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/Dialnet-PatogenicidadDeBeauveriaBassianaDeuteromycotinaHyp-4866552%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/Dialnet-PatogenicidadDeBeauveriaBassianaDeuteromycotinaHyp-4866552%20(3).pdf)

Téllez, A; Cruz, MG; Flores, YM; Torres, A; Arana, A. 2009. Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos (en línea). Revista Mexicana de micología 30:73-80. Consultado 06 oct. 2017. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmm/v30/v30a7.pdf>

Torres, H; Ortega, A; Alcázar, J; Ames, T; Palomino, L.1993. Control Biológico del Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.) con *Beauveria brongniartii*. Lima, Perú, CIP (Centro Internacional de la Papa). p. 43.

Vargas, ME. 2003. Caracterización de tres cepas de *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Petch y su virulencia en *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrischema tangolias* (Gyem) (en línea). Tesis Lic. Lima, Perú, UNMSM. p. 17. Consultado 06 oct. 2017. Disponible en http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1419/1/Vargas_fm.pdf

Vera, A; Alcázar, J; Aréstegui, A. 1996. Patogenicidad del hongo *Beauveria brongniartii*, sobre el gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax* (en línea). Rev. Peruana de Entomología. 38:95-98. Consultado 06 nov. 2017. Disponible en <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v38/pdf/a23v38.pdf>

Yasuda, K; Takeyesu, K; Uehara, K. 1997. Efecto de la temperatura y la humedad en la infección de conidias de *Beauveria bassiana* sobre adultos de *Cylas formicarius*. Rev. Entomología y Zoología 41: 55-58.

ANEXOS



Figura 22. Imagen satelital de la empresa “Finca Tradiciones S.A.C.” lugar donde se realizó el trabajo de campo.



Figura 23. Colecta del escarabajo defoliador (*Disonycha* sp.) en plantación de arándano.

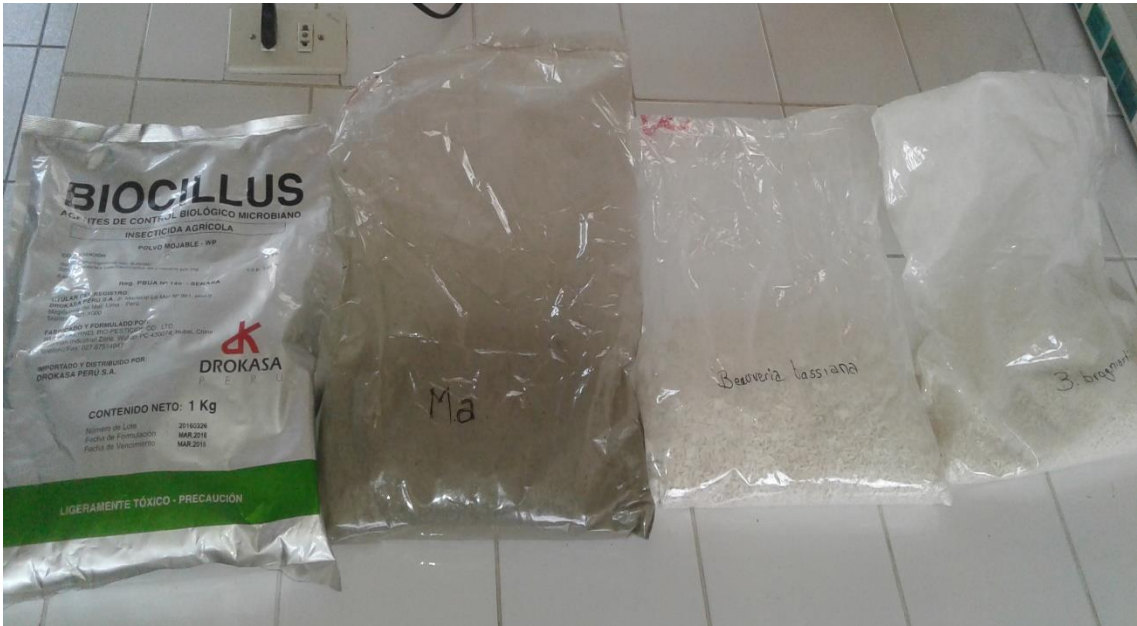


Figura 24. Entomopatógenos.



Figura 25. Acondicionamiento de la investigación.



Figura 26. Preparación del caldo entomopatógeno. Separación e hidratación de conidias.

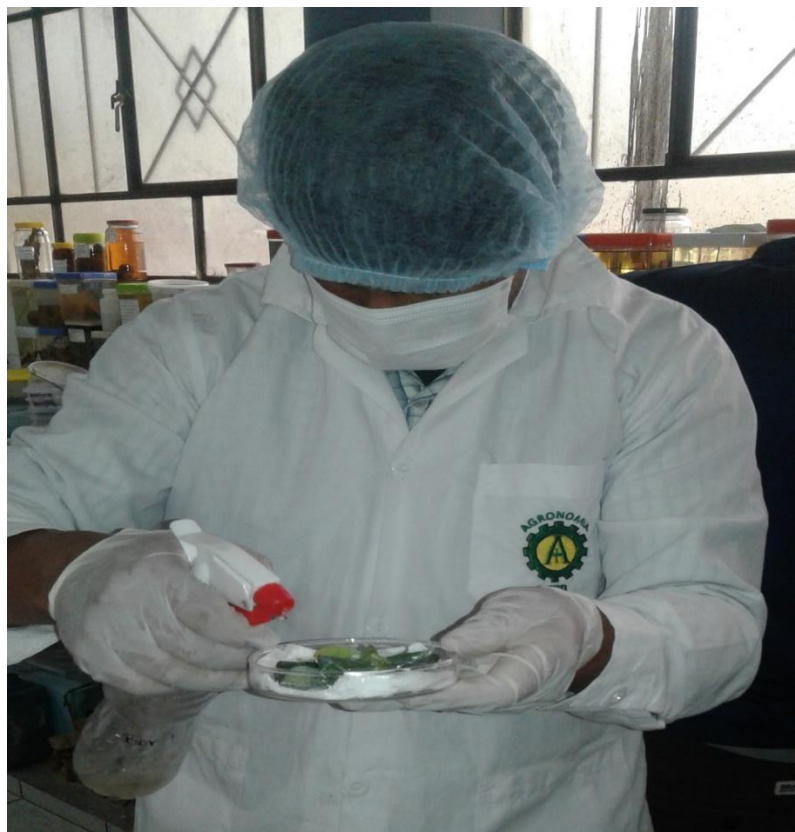


Figura 27. Aplicación del caldo entomopatógeno.



Figura 28. Evaluaciones.



Figura 29. Crecimiento y desarrollo de *Beauveria bassiana* en el cuerpo del insecto *Disonycha* sp. Observación estereoscópica a 25 X.

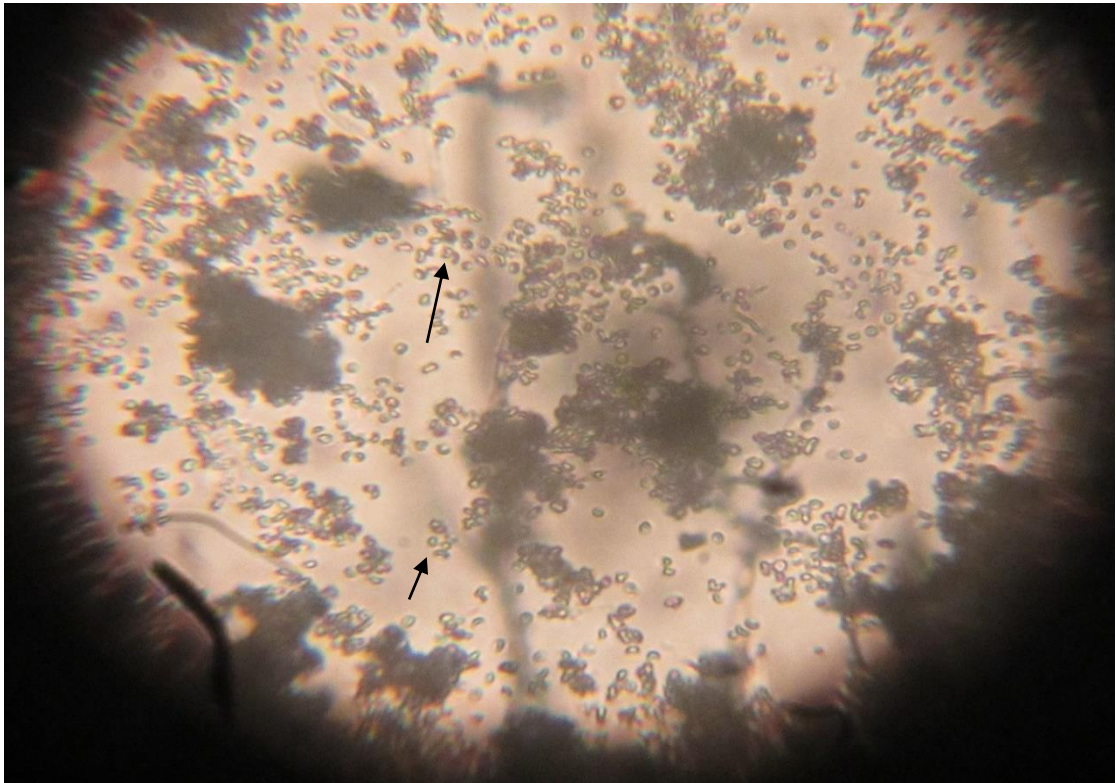


Figura 30. Conidias de *Beauveria bassiana*. Observación microscópica a 40 X.



Figura 31. Crecimiento y desarrollo de *Metarhizium anisopliae* en el cuerpo del insecto *Disonycha* sp. Observación estereoscópica a 25 X.

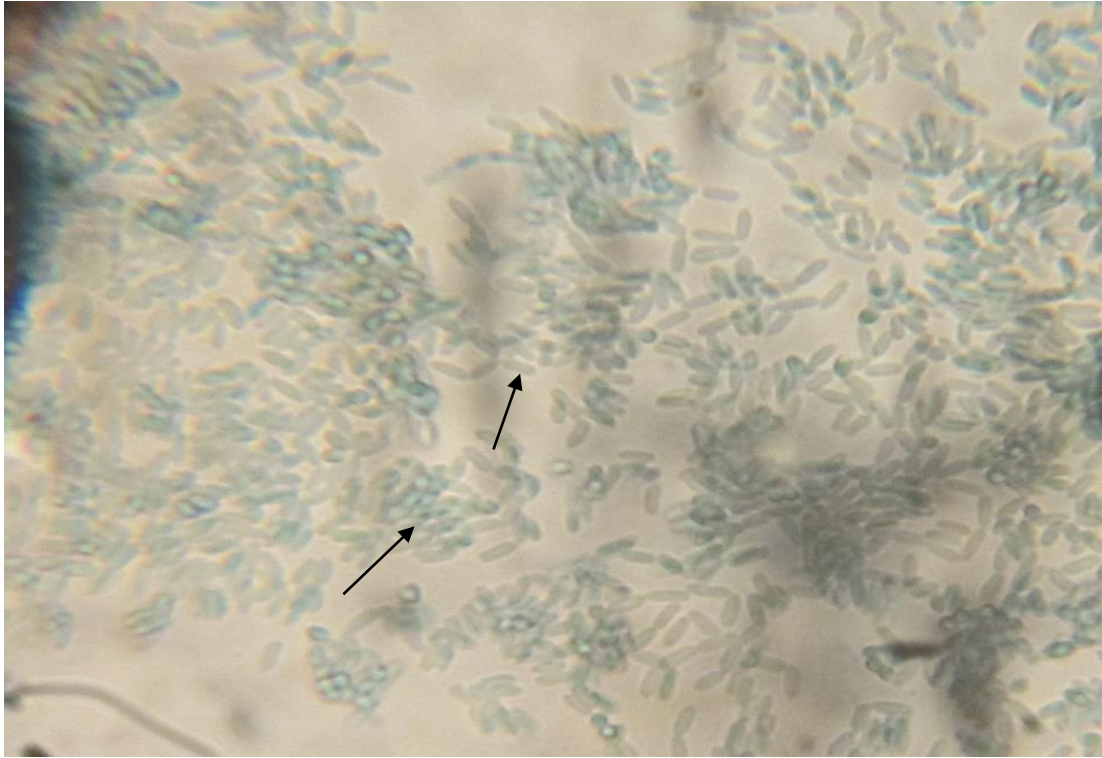


Figura 32. Conidias de *Metarhizium anisopliae*. Observación microscópica a 40 X.



MINISTERIO DE AGRICULTURA

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO DE SANIDAD VEGETAL

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - Perú

Teléfono directo: 313- 3303

Central telefónica 313- 3300 Anexos: 1400 - 1401

Pag. Web: www.senasa.gob.pe

Ministerio de Agricultura



Pag. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 107389 - 2016 - AG-SENASA-OCDP-UCDSV

1. Información del solicitante:		N° de Solicitud: 107444 - 2016
Nombre: FINCA TRADICIONES S.A.C.		
Dirección: JR. MAYTA CAPAC NRO. 116 BALNEARIO CAJAMARCA CAJAMARCA LOS BAÑOS DEL INCA - Los Baños Del Inca / C		
N° Expediente:		Origen Material Vegetal: CHILE
2. Información de la Actividad		
Componente: SISTEMA DE VIGILANCIA FITOSANITARIA - 2017		
Producto: Vigilancia Fitosanitaria de plagas presentes		
3. Fecha de Recepción de la muestra:		Procedencia de la muestra:
08/11/2016 14:47		Namora / Cajamarca / Cajamarca
		País:
		PERU
4. Cultivo:		
Nombre Científico: <i>Vaccinium corymbosum</i>		
Nombre Común: Arándano		Cultivar: Misty

5. Resultado por Método de Ensayo:

ENTOMOLOGIA	Código Muestra: 2016107444010001	Tipo: ESPECIMEN	Cantidad: 20Unds
--------------------	---	------------------------	-------------------------

MET-UCDSV/Ent-001 IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE INSECTOS CON USO DE PREPARACIONES NO MICROSCÓPICAS


Fecha de Recepción : 08/11/2016

Fecha de Término: 15/11/2016

N°	Resultado	Información
1	Positivo a la presencia de	<i>Disonycha sp (COLEOPTERA:CHRYSOMELIDAE)</i>

N° de Informe
!2016107389!

N° de Solicitud
!2016107444!

6. Muestreo: No Aplica	
7. Información adicional:	
Lugar y Fecha: La Molina, 15 de Noviembre del 2016	 <p>MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA OFICINA DE LOS CENTROS DE DIAGNÓSTICO Y PRODUCCION</p> <p><i>Jorge Tanaka Nakamacho</i> Ing. Jorge Tanaka Nakamacho Director del Centro de Diagnostico de Sanidad Vegetal</p>
Nombre y Firma del Director (Sello oficial)	

Consideraciones:

Los tiempos de duración del servicio están expresados en días hábiles y son contabilizados a partir de la fecha de recepción de la muestra en el Laboratorio hasta la fecha de emisión del resultado

Los tiempos de duración del servicio pueden aumentar de acuerdo a la cantidad de muestras que solicite procesar el usuario, en cuyo caso se concordará el plazo al momento de efectuarse el contrato

REG-UCDSV-003 del PRO-UCDSV-003, vigente.

NOTA: El Centro de Diagnostico de Sanidad Vegetal sólo se responsabiliza por los resultados emitidos de la muestra indicada en el punto 4 del presente Informe

Fecha y Hora: 16/11/2016 16:28

Figura 33. Resultados de la clasificación taxonómica del insecto plaga. SENASA Lima.

Tabla 27. Transformación de datos (evaluación a los 4 días después de la inoculación).

TRATAMIENTOS	DDI	REPETICIÓN	NÚMERO DE INSECTOS			PORCENTAJE (%)			DATOS TRANSFORMADOS		
			INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ	INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ	INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ
Bb	4	1	2	1	0	33.33	16.67	0.00	35.27	24.10	4.05
Bb	4	2	2	1	0	33.33	16.67	0.00	35.27	24.10	4.05
Bb	4	3	1	1	0	16.67	16.67	0.00	24.10	24.10	4.05
Bbr	4	1	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bbr	4	2	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bbr	4	3	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bt	4	1	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bt	4	2	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bt	4	3	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Ma	4	1	2	1	0	33.33	16.67	0.00	35.27	24.10	4.05
Ma	4	2	2	2	0	33.33	33.33	0.00	35.27	35.27	4.05
Ma	4	3	2	1	0	33.33	16.67	0.00	35.27	24.10	4.05
Bb+Ma	4	1	1	1	0	16.67	16.67	0.00	24.10	24.10	4.05
Bb+Ma	4	2	1	1	0	16.67	16.67	0.00	24.10	24.10	4.05
Bb+Ma	4	3	1	2	0	16.67	33.33	0.00	24.10	35.27	4.05
Bbr+Ma	4	1	1	0	0	16.67	0.00	0.00	24.10	4.05	4.05
Bbr+Ma	4	2	1	0	0	16.67	0.00	0.00	24.10	4.05	4.05
Bbr+Ma	4	3	1	0	0	16.67	0.00	0.00	24.10	4.05	4.05
TES	4	1	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
TES	4	2	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
TES	4	3	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05

CDH o PZ = Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en el cuerpo del insecto. Para la transformación de datos se utilizó la raíz cuadrada del Arco seno, esto debido a que la variable se expresa en porcentaje y está dispersa del 1 al 100. Con la siguiente fórmula: $A = \text{Arcsin} \sqrt{y/100}$. Si la función está en radianes, se debe multiplicar el resultado por 180/3.1415 para tener la respuesta en ángulos en la escala de 0 a 90, Así: $A = \text{Arcsin} (\sqrt{y/100}) * 180/3.1415$. A valores pequeños se le sumó 0.5. Quedando de la siguiente manera: $A = \text{Arcsin} (\sqrt{y + 0.5/100}) * 180/3.1415$.

Tabla 28. Transformación de datos (evaluación a los 8 días después de la inoculación).

TRATAMIENTOS	DDI	REPETICIÓN	NÚMERO DE INSECTOS			PORCENTAJE (%)			DATOS TRANSFORMADOS		
			INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ	INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ	INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ
Bb	8	1	3	3	1	50.00	50.00	16.67	45.00	45.00	24.10
Bb	8	2	2	4	1	33.33	66.67	16.67	35.27	54.74	24.10
Bb	8	3	2	3	1	33.33	50.00	16.67	35.27	45.00	24.10
Bbr	8	1	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bbr	8	2	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bbr	8	3	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bt	8	1	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bt	8	2	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bt	8	3	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Ma	8	1	3	3	1	50.00	50.00	16.67	45.00	45.00	24.10
Ma	8	2	3	3	2	50.00	50.00	33.33	45.00	45.00	35.27
Ma	8	3	2	3	1	33.33	50.00	16.67	35.27	45.00	24.10
Bb+Ma	8	1	2	2	1	33.33	33.33	16.67	35.27	35.27	24.10
Bb+Ma	8	2	3	2	1	50.00	33.33	16.67	45.00	35.27	24.10
Bb+Ma	8	3	2	3	1	33.33	50.00	16.67	35.27	45.00	24.10
Bbr+Ma	8	1	2	2	0	33.33	33.33	0.00	35.27	35.27	4.05
Bbr+Ma	8	2	2	1	1	33.33	16.67	16.67	35.27	24.10	24.10
Bbr+Ma	8	3	3	2	1	50.00	33.33	16.67	45.00	35.27	24.10
TES	8	1	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
TES	8	2	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
TES	8	3	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05

CDH o PZ = Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en el cuerpo del insecto. Para la transformación de datos se utilizó la raíz cuadrada del Arco seno, esto debido a que la variable se expresa en porcentaje y está dispersa del 1 al 100. Con la siguiente fórmula: $A = \text{Arcsin} \sqrt{y/100}$. Si la función está en radianes, se debe multiplicar el resultado por 180/3.1415 para tener la respuesta en ángulos en la escala de 0 a 90, Así: $A = \text{Arcsin} (\sqrt{y/100}) * 180/3.1415$. A valores pequeños se le sumó 0.5. Quedando de la siguiente manera: $A = \text{Arcsin} (\sqrt{y + 0.5/100}) * 180/3.1415$.

Tabla 29. Transformación de datos (evaluación a los 12 días después de la inoculación).

TRATAMIENTOS	DDI	REPETICIÓN	NÚMERO DE INSECTOS			PORCENTAJE (%)			DATOS TRANSFORMADOS		
			INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ	INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ	INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ
Bb	12	1	0	6	2	0.00	100.00	33.33	4.05	90.00	35.27
Bb	12	2	0	6	3	0.00	100.00	50.00	4.05	90.00	45.00
Bb	12	3	0	6	3	0.00	100.00	50.00	4.05	90.00	45.00
Bbr	12	1	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bbr	12	2	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bbr	12	3	0	1	0	0.00	16.67	0.00	4.05	24.10	4.05
Bt	12	1	0	1	0	0.00	16.67	0.00	4.05	24.10	4.05
Bt	12	2	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
Bt	12	3	0	1	0	0.00	16.67	0.00	4.05	24.10	4.05
Ma	12	1	0	6	4	0.00	100.00	66.67	4.05	90.00	54.74
Ma	12	2	0	6	3	0.00	100.00	50.00	4.05	90.00	45.00
Ma	12	3	0	6	4	0.00	100.00	66.67	4.05	90.00	54.74
Bb+Ma	12	1	0	6	3	0.00	100.00	50.00	4.05	90.00	45.00
Bb+Ma	12	2	0	6	4	0.00	100.00	66.67	4.05	90.00	54.74
Bb+Ma	12	3	0	6	4	0.00	100.00	66.67	4.05	90.00	54.74
Bbr+Ma	12	1	0	6	4	0.00	100.00	66.67	4.05	90.00	54.74
Bbr+Ma	12	2	0	6	5	0.00	100.00	83.33	4.05	90.00	65.91
Bbr+Ma	12	3	0	6	3	0.00	100.00	50.00	4.05	90.00	45.00
TES	12	1	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
TES	12	2	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05
TES	12	3	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05

CDH o PZ = Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en el cuerpo del insecto. Para la transformación de datos se utilizó la raíz cuadrada del Arco seno, esto debido a que la variable se expresa en porcentaje y está dispersa del 1 al 100. Con la siguiente fórmula: $A = \text{Arcsin} \sqrt{y/100}$. Si la función está en radianes, se debe multiplicar el resultado por 180/3.1415 para tener la respuesta en ángulos en la escala de 0 a 90, Así: $A = \text{Arcsin} (\sqrt{y/100}) * 180/3.1415$. A valores pequeños se le sumó 0.5. Quedando de la siguiente manera: $A = \text{Arcsin} (\sqrt{y + 0.5/100}) * 180/3.1415$.

Tabla 30. Transformación de datos (evaluación a los 16 días después de la inoculación).

TRATAMIENTOS	DDI	REPETICIÓN	NÚMERO DE INSECTOS			PORCENTAJE (%)			DATOS TRANSFORMADOS		
			INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ	INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ	INMÓVILES	MUERTOS	CDH o PZ
Bb	16	1	0	6	5	0.00	100.00	83.33	4.05	90.00	65.91
Bb	16	2	0	6	5	0.00	100.00	83.33	4.05	90.00	65.91
Bb	16	3	0	6	4	0.00	100.00	66.67	4.05	90.00	54.74
Bbr	16	1	0	1	0	0.00	16.67	0.00	4.05	24.10	4.05
Bbr	16	2	0	1	0	0.00	16.67	0.00	4.05	24.10	4.05
Bbr	16	3	0	1	0	0.00	16.67	0.00	4.05	24.10	4.05
Bt	16	1	0	1	0	0.00	16.67	0.00	4.05	24.10	4.05
Bt	16	2	0	1	0	0.00	16.67	0.00	4.05	24.10	4.05
Bt	16	3	0	2	0	0.00	33.33	0.00	4.05	35.27	4.05
Ma	16	1	0	6	6	0.00	100.00	100.00	4.05	90.00	90.00
Ma	16	2	0	6	5	0.00	100.00	83.33	4.05	90.00	65.91
Ma	16	3	0	6	5	0.00	100.00	83.33	4.05	90.00	65.91
Bb+Ma	16	1	0	6	5	0.00	100.00	83.33	4.05	90.00	65.91
Bb+Ma	16	2	0	6	5	0.00	100.00	83.33	4.05	90.00	65.91
Bb+Ma	16	3	0	6	4	0.00	100.00	66.67	4.05	90.00	54.74
Bbr+Ma	16	1	0	6	5	0.00	100.00	83.33	4.05	90.00	65.91
Bbr+Ma	16	2	0	6	6	0.00	100.00	100.00	4.05	90.00	90.00
Bbr+Ma	16	3	0	6	5	0.00	100.00	83.33	4.05	90.00	65.91
TES	16	1	0	1	0	0.00	16.67	0.00	4.05	24.10	4.05
TES	16	2	0	1	0	0.00	16.67	0.00	4.05	24.10	4.05
TES	16	3	0	0	0	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	4.05

CDH O PZ= Crecimiento y desarrollo del hongo o presencia de zooglea en el cuerpo del insecto. Para la transformación de datos se utilizó la raíz cuadrada del Arco seno, esto debido a que la variable se expresa en porcentaje y está dispersa del 1 al 100. Con la siguiente fórmula: $A = \text{Arcsin} \sqrt{y/100}$. Si la función está en radianes, se debe multiplicar el resultado por 180/3.1415 para tener la respuesta en ángulos en la escala de 0 a 90, Así: $A = \text{Arcsin} (\sqrt{y/100}) * 180/3.1415$. A valores pequeños se le suma 0.5. Quedando de la siguiente manera: $A = \text{Arcsin} (\sqrt{y + 0.5/100}) * 180/3.1415$.

GLOSARIO

ANOVA: Análisis de varianza.

Cosmopolita: Puede hallarse en cualquier lugar del mundo.

C.V: Coeficiente de variación

DDI: Días después de la inoculación.

KDa: Unidad de masa molecular equivalente a 1 000 daltons. Un dalton es la décima parte de la masa del átomo de carbono y equivale a $1,66 \times 10^{-24}$ g.

Propágulo: Cualquier estructura asexual o sexual que sirve para la diseminación, propagación o multiplicación de un organismo.

S.A.C: Sociedad Anónima Cerrada.