

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**“EFECTO DE *Beauveria bassiana* (bálsamo) y *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (berliner)
PARA EL CONTROL DE POLILLA DE LAS CRUCÍFERAS (*Plutella xylostella* L.)
EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* *italica*)”**

TESIS

Presentada por:

Bach. Carlos Alfredo Palza Copaja

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Académica Profesional de Agronomía

EFFECTO DE *Beauveria bassiana* (bálsamo) y *Bacillus thuringiensis* var.
kurstaki (berliner) PARA EL CONTROL DE POLILLA DE LAS
CRUCÍFERAS (*Plutella xylostella* L.) EN EL CULTIVO
DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* itálica)

PRESIDENTE:


MSc. Magno Santos Robles Tello


SECRETARIO:


Ph.D. Oscar Octavio Fernández Cutire

MIEMBRO:


MSc. Arístides Choquehuanca Tintaya

ASESOR:


MSc. Julián Enrique Deza Quiñones

Dedicatoria

Debo agradecerle a mi creador, mi único Dios por haberme permitido tener este momento de vida, en este mundo terrenal y que toda acción y obra que yo haga sea para bien.

A mis padres y mi hermana que siempre confiaron en mí y me dieron todo su apoyo incondicional y que me encaminaron en bien de un objetivo, una meta y una esperanza para mi familia y mi país.

AGRADECIMIENTO

A mis amigos que me acompañaron y me ayudaron para que no desfallezca en esta lucha y que me motivaron con palabras tan simples pero a la vez tan acertadas, porque no son necesarias grandes acciones para valorar una gran amistad, a todos mis amigos les digo gracias.

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	03
1.1. Planteamiento del problema	03
1.2. Formulación y sistematización del problema	04
1.3. Delimitación de la investigación	05
1.4. Justificación	05
1.5. Limitaciones	07
1.6. Objetivos	07
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEORICA	08
2.1. Conceptos generales y definiciones	08
2.2. Enfoques teóricos – técnicos	17
2.3. Marco referencial	36
CAPITULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES	38
3.1. Hipótesis generales y específicas	38
3.2. Dimensiones y variables	39
3.3. Operacionalización de variables	40
CAPITULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	41
4.1. Tipo de investigación	41
4.2. Población y muestra	41
4.3. Materiales y métodos	41

CAPITULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS	54
5.1. Técnicas aplicadas en la recolección de la información.	54
5.2. Instrumentos de medición	54
5.3. Resultados	56
5.4. Discusión de resultados	133
CONCLUSIONES	140
RECOMENDACIONES	142
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	143
ANEXOS	153

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de variables	40
Cuadro 2. Características físico – químicas del suelo.	43
Cuadro 3. Temperaturas y humedad relativa registradas en el campo experimental	45
Cuadro 4. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Primera evaluación.	56
Cuadro 5. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Primera evaluación.	57
Cuadro 6. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Segunda evaluación	58
Cuadro 7. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Segunda evaluación.	59
Cuadro 8. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Tercera evaluación.	60
Cuadro 9. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Tercera evaluación.	61
Cuadro 10. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Cuarta evaluación.	62

Cuadro 11. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Cuarta evaluación.	63
Cuadro 12. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Quinta evaluación.	64
Cuadro 13. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Quinta evaluación.	65
Cuadro 14. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Sexta evaluación.	66
Cuadro 15. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Sexta evaluación.	67
Cuadro 16. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Séptima evaluación.	68
Cuadro 17. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Séptima evaluación.	69
Cuadro 18. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Octava evaluación.	70
Cuadro 19. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Octava evaluación.	71
Cuadro 20. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Novena evaluación.	72

Cuadro 21. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Novena evaluación.	73
Cuadro 22. Análisis de varianza de número de larvas muertas. Primera evaluación.	75
Cuadro 23. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Primera evaluación.	76
Cuadro 24. Análisis de varianza de número de larvas muertas. Segunda evaluación	77
Cuadro 25. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Segunda evaluación.	78
Cuadro 26. Análisis de varianza de número de larvas muertas. Tercera evaluación.	79
Cuadro 27. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Tercera evaluación.	80
Cuadro 28. Análisis de varianza de número de larvas muertas. Cuarta evaluación.	81
Cuadro 29. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Cuarta evaluación.	82
Cuadro 30. Análisis de varianza de número de larvas muertas. Quinta evaluación.	83

Cuadro 31. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Quinta evaluación.	84
Cuadro 32. Análisis de varianza de número de larvas muertas. Sexta evaluación.	85
Cuadro 33. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Sexta evaluación.	86
Cuadro 34. Análisis de varianza de número de larvas muertas. Séptima evaluación.	87
Cuadro 35. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Séptima evaluación.	88
Cuadro 36. Análisis de varianza de número de larvas muertas. Octava evaluación.	89
Cuadro 37. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Octava evaluación.	90
Cuadro 38. Análisis de varianza de número de larvas muertas. Novena evaluación.	91
Cuadro 39. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Novena evaluación.	92
Cuadro 40. Análisis de varianza de número pupas vivas. Primera evaluación.	94

Cuadro 41. Análisis de varianza de número pupas vivas. Segunda evaluación.	95
Cuadro 42. Análisis de varianza de número pupas vivas. Tercera evaluación.	96
Cuadro 43. Análisis de varianza de número pupas vivas. Cuarta evaluación.	97
Cuadro 44. Análisis de varianza de número pupas vivas. Quinta evaluación.	98
Cuadro 45. Análisis de varianza de número pupas vivas. Sexta evaluación.	99
Cuadro 46. Análisis de varianza de número pupas vivas. Séptima evaluación.	100
Cuadro 47. Análisis de varianza de número pupas vivas. Octava evaluación.	101
Cuadro 48. Análisis de varianza de número pupas vivas. Novena evaluación.	102
Cuadro 49. Análisis de varianza de número pupas muertas. Primera evaluación.	103
Cuadro 50. Análisis de varianza de número pupas muertas. Segunda evaluación.	104

Cuadro 51. Análisis de varianza de número pupas muertas. Tercera evaluación.	105
Cuadro 52. Análisis de varianza de número pupas muertas. Cuarta evaluación.	106
Cuadro 53. Análisis de varianza de número pupas muertas. Quinta evaluación.	107
Cuadro 54. Análisis de varianza de número pupas muertas. Sexta evaluación.	108
Cuadro 55. Análisis de varianza de número pupas muertas. Séptima evaluación.	109
Cuadro 56. Análisis de varianza de número pupas muertas. Octava evaluación.	110
Cuadro 57. Análisis de varianza de número pupas muertas. Novena evaluación.	111
Cuadro 58. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja	113
Cuadro 59. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja	115
Cuadro 60. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja	117

Cuadro 61. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja	119
Cuadro 62. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja	121
Cuadro 63. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja	123
Cuadro 64. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja	125
Cuadro 65. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja	127
Cuadro 66. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja	129
Cuadro 67. Análisis de varianza de rendimiento (t/ha).	131
Cuadro 68. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de la inflorescencia (t/ha)	132

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Número de larvas vivas, registradas durante las 9 evaluaciones.	74
Gráfico 2. Número de larvas muertas, registradas durante las 9 evaluaciones.	93
Gráfico 3. Grado de daño en la hoja, registradas durante las 9 evaluaciones.	130

RESUMEN

El presente trabajo de tesis titulado “Efecto de *Beauveria bassiana* (bálsamo) y *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (berliner) para el control de polilla de las Crucíferas (*Plutella xylostella* L.) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*) ”se desarrolló en el centro experimental agrícola (CEA III), Fundo Los Pichones de la UNJBG. Se utilizaron los tratamientos: T₁ testigo químico (Sunfire® 240 SC); T₂ *Beauveria bassiana* (SENASA); T₃ *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM) y el T₄ *Beauveria bassiana* + *Bacillus thuringiensis*. Se empleó el diseño de bloques completos aleatorios con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza y para la separación de medias entre tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan. Los resultados evidenciaron que los tratamientos T₁ y T₄ fueron los más eficaces obteniendo los mayores promedios de larvas muertas en todas las evaluaciones, No se halló significación estadísticas para las variables, numero de pupas vivas y muertas. Para la evaluación de grado daño se observó que el tratamiento T₂ presento el mayor promedio de daño seguido del T₃ los tratamientos T₄ y T₁, el menor promedio de daño.

INTRODUCCIÓN

Dentro del grupo de hortalizas el brócoli (*Brassica oleracea itálica*) tiene un alto valor nutricional y medicinal que radica principalmente en su alto contenido de vitamina C (93,2mg), minerales (Calcio 48mg, hierro 0.88mg, fósforo 66mg), carbohidratos (5.24mg) y proteínas (2.98mg). Los datos de la composición nutricional se deben interpretar por 100 g de la porción comestible, este cultivo a pesar de que se haya adaptado bien a las condiciones medio ambientales de Tacna durante las campañas ha presentado dificultades con respecto al ataque de plagas, principalmente *Plutella xylostella L.* la cual ha alcanzado una importancia considerable por distintos factores ambientales.

Sin lugar a dudas el manejo del cultivo del brócoli (*Brassica oleracea itálica*) es el problema sanitario causado por la *Plutella xylostella L.* la importancia de esta plaga radica en el modo de alimentación (hojas) que afecta el proceso fotosintético y de los brotes terminales del brócoli (*Brassica oleracea itálica*) de modo tal que no se lograría la formación de la inflorescencia principal, provocando la pérdida del cultivo.

El control de las plagas es un tema muy importante en el cultivo de las hortalizas, se estima que en promedio el control de plagas y enfermedades es aproximadamente de un 25% del gasto total del costo de producción. Este tema es muy complejo debido a la gran variedad de plagas.

Entre las alternativas, en el manejo integrado de plagas, ha recibido especial atención el control biológico, que es ejercido por insectos, virus, bacterias, hongos, protozoarios y nemátodos; control que puede funcionar y contribuir significativamente en la solución al problema del control de la polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* *itálica*).

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema de las plagas en hortalizas en general es uno de los más difíciles de resolver, debido a que su control se basa mayormente en el uso de insecticidas órgano – sintéticos lo cual crea serios desequilibrios en el ecosistema tanto por la aparición de nueva plagas, como por la resistencia que desarrollan muchas de estas a determinados productos.

Un problema grave de contaminación ambiental resulta de la utilización indiscriminada de pesticidas químicos; que se ha venido haciendo desde su descubrimiento a mediados de los años treinta. La presencia de insecticidas en una gran cantidad de alimentos, en la leche materna, en la sangre de los niños, en el agua potable, en la lluvia, en el mar, en las nieves polares, en el plancton, etc. indica que sus efectos tóxicos están presentes en toda la biosfera. El movimiento Greenpeace calcula que

existen 25 millones de intoxicaciones y 220 mil muertes al año, causadas por pesticidas, a nivel mundial (Ibarra, 1994).

Entre las alternativas, en el manejo integrado de plagas, ha recibido especial atención el control biológico, que es ejercido por insectos, virus, bacterias, hongos, protozoarios y nemátodos; control que puede funcionar y contribuir significativamente en la solución al problema del control de la *Plutella xylostella*.

1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de *Beauveria bassiana* (bálsamo) y *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* (berliner) en el control de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*)?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuánto será el efecto de los bioinsecticidas en el control larvas y pupas de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*)?

¿Cuál será el efecto de los bioinsecticidas en el grado de daño en la hoja de *Plutella xylostella* L en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*)?

¿Cuál será el efecto de los bioinsecticidas en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*)?

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Temporal:

El estudio se realizó durante todo el periodo vegetativo del cultivo de brócoli que correspondió a los meses de marzo a junio del año 2012.

1.3.2. Espacial:

El alcance de este estudio se realizó en el centro experimental agrícola (CEA III), fundo los Pichones de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El control de insectos plaga en la agricultura y de vectores de enfermedades humanas se ha realizado principalmente con la aplicación de insecticidas químicos. Estos insecticidas han generado problemas de

contaminación ambiental, de toxicidad a insectos no blancos y de manera más importante, a los agricultores que los aplican. Se estima que cada 40 segundos muere un humano por problemas generados por contaminación con plaguicidas. Por otra parte, los insecticidas químicos han perdido su eficacia en el control de insectos, ya que su aplicación ha generado la aparición de poblaciones de insectos resistentes (Soberón, 2007).

Con el fin de disminuir el uso de insecticidas sintéticos y apoyar el control de plagas, se propone una búsqueda de insecticidas botánicos que resulten más saludables, ecológicamente aceptables y eficientes, en un retorno a una práctica antigua, pero con nuevas tecnologías. Estos compuestos son de naturaleza biodegradable y presentan una seguridad relativa para los organismos benéficos, evitando el surgimiento de poblaciones de insectos resistentes.

La investigación de entomopatógenos para el control de insectos se hace necesaria, para encontrar medidas de control natural de las plagas y disminuir así, las aplicaciones de insecticidas, en su mayoría nocivos a la fauna benéfica y el medio ambiente en general.

1.5. LIMITACIONES

Las limitaciones fueron las siguientes: existe escasos trabajo de investigación a nivel local y nacional.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo general

Determinar el efecto de *Beauveria bassiana* (bálsamo) y *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* (berliner) en el control de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*).

1.6.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de los bioinsecticidas en el control de larvas y pupas de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*).

Determinar el efecto de los bioinsecticidas en el grado de daño en la hoja de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*).

Determinar el efecto de los bioinsecticidas en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEORICA

2.1. CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES

2.1.1. Insecticidas sintéticos y la protección ambiental

En general, los insecticidas son sustancias con propiedades biocidas para los insectos. Su efecto sobre la fisiología de estos organismos es complejo y tiene una serie de reacciones físico-químicas que afectan a una especie de insecto en particular (Romanyk y Cadahía, 2002).

Aunque los plaguicidas son herramientas importantes de control, su uso ha demostrado también consecuencias negativas, como el desarrollo de resistencia a los productos fitosanitarios por plagas y enfermedades, aparición de nuevas plagas, eliminación de la fauna benéfica y contaminación ambiental y de cultivos alimenticios (Carrero, 1996; Villalobos, 1996).

El uso de extractos de plantas como insecticidas data de la época del Imperio Romano. Sin embargo, sólo a partir de los años 30 del siglo

recién pasado se produjeron los avances más importantes en el uso de los insecticidas como: nicotina, rotenona, cuasina y piretrinas (Villalobos, 1996, Rodríguez et al., 2003).

Estos avances fueron seguidos por el desarrollo de los compuestos orgánicos de síntesis, incluyendo insecticidas clorados, fosforados y carbamatos, algunos de los cuales han sido retirados del mercado por tener efectos no deseados en el ambiente. En la actualidad existen centenares de materias activas y millares de productos técnicos que se encuentran registrados en diversos países, y hay una tendencia hacia la elaboración de productos cada vez más específicos, cuyo objetivo es alterar sólo alguna de las fases del ciclo del insecto, como por ejemplo, inhibir la formación de la cutícula, alterar la muda o la actividad hormonal juvenil, entre otros (Villalobos, 1996). Las investigaciones destinadas a solucionar estos problemas han apuntado a la búsqueda de productos naturales capaces de apoyar la labor de los insecticidas sintéticos, disminuyendo sus efectos negativos (Pizarro y Diana, 2002).

2.1.2. Clasificación de los insecticidas

Los insecticidas pueden dividirse de acuerdo a sus componentes químicos y propiedades, en la siguiente clasificación (Carrero, 1996; Mota-Sánchez *et al.*, 2003):

2.1.2.1. Insecticidas inorgánicos

Los productos inorgánicos son de origen mineral y carecen, por ende, de carbono. Comúnmente contienen arsénico, cobre, boro, mercurio, azufre, estaño o zinc. Actualmente se usan principalmente en el control de enfermedades de las plantas. Sin embargo, no son específicos y pueden ser tóxicos a una gran variedad de organismos; es decir, son de amplio espectro. Estos productos son generalmente menos efectivos que muchos de los compuestos orgánicos. Algunos ofrecen la ventaja de tener una toxicidad aguda relativamente baja en las personas, aunque aquellos que contienen plomo, mercurio y arsénico causan serios problemas de salud y contaminación del medio ambiente, por lo que su uso se ha prohibido.

2.1.2.2. Insecticidas orgánicos

Los insecticidas orgánicos contienen carbono y pueden ser tanto de origen natural como artificial. También contienen oxígeno, nitrógeno,

fósforo, azufre, y otros elementos. La mayoría de los insecticidas usados en la actualidad son compuestos orgánicos. Cabe señalar que “orgánico” no quiere decir “natural”, y como sustancias tóxicas, estos productos deben usarse con precaución.

2.1.2.3. Insecticidas microbiales

Los insecticidas microbiales son un grupo distinto de productos para el manejo de plagas y están constituidos por bacterias, virus u hongos; capaces de causar enfermedades en ciertas plagas. Aunque estos organismos pueden generarse en forma natural, también son producidos a gran escala e introducidos intencionalmente en cantidad suficiente, de manera que garanticen un alto nivel de control de la plaga en cuestión. Son altamente específicos, y por ello no afectan a otras especies. Hasta el momento sólo un pequeño número de estos insecticidas ha sido registrado para su uso. El más conocido es *Bacillus thuringiensis* (Berliner), bacteria que ha sido usada efectivamente contra larvas de distintas especies, especialmente lepidópteros.

2.1.2.4. Insecticidas vegetales

Los insecticidas orgánicos son derivados o extraídos directamente de plantas y corresponden principalmente a mecanismos de defensa frente a posibles daños por insectos.

2.1.3. Ventajas y desventajas de los insecticidas naturales

Al usar compuestos vegetales se debe ser cuidadoso y no depender de esta táctica de manera única y exclusiva para el control de plagas, ya que se podrían producir efectos no deseables para la salud humana o bien generar resistencia, de manera similar a lo que ocurre con los insecticidas sintéticos, los de mayor toxicidad para el ser humano.

Por tanto, estos insecticidas son una herramienta más dentro de un sistema de Manejo Integrado de Plagas. Entre las ventajas y desventajas de un insecticida natural es posible mencionar las siguientes (COLPROCAH, 1996; Cañarte, 2000; Maggi, 2004):

Ventajas

- Material renovable.
- Biodegradable.
- Alta disponibilidad de material.
- Bajo costo.

- Menor efecto negativo sobre enemigos naturales y otros organismos benéficos.
- No contaminante.
- Bajo riesgo a la salud humana.
- Mantenimiento del equilibrio de la fauna entomológica.

Desventajas

- Poca información en pruebas de toxicología.
- Variabilidad en cantidad del ingrediente activo.
- Mayor requerimiento de personal calificado y mano de obra.
- Requiere equipo de procesamiento.
- Costo de oportunidad.
- No muy buena estabilidad en los extractos.

Otra gran ventaja de los insecticidas orgánicos, que paradójicamente Isman (1994) definió como desventaja, se refiere a la inestabilidad de los componentes dentro de la planta debido a factores climáticos; si dos extractos tienen los mismos compuestos, no necesariamente están en las mismas concentraciones, y por ello, los insectos no son sometidos siempre a la misma presión y por ende es muy difícil que desarrollen resistencia.

2.1.4. Persistencia de los insecticidas naturales

Los compuestos vegetales no persisten mucho tiempo en el medio y sus parámetros farmacocinéticos son poco tóxicos a organismos superiores (Isman, 1994) y causan menos daños al medio ambiente (Lemma, 1973).

La actividad de los insecticidas naturales perdura normalmente entre 4 a 15 días bajo condiciones de campo. En general, estos productos no presentan efectos nocivos para artrópodos benéficos debido a su especificidad contra larvas de lepidópteros. Esto constituye una ventaja en programas de protección donde se necesita una población alta de insectos benéficos para combatir otras plagas (Cañarte, 2000).

2.1.5. Importancia del control de plagas

El control de insectos plaga en la agricultura y de vectores de enfermedades humanas se ha realizado principalmente con la aplicación de insecticidas químicos. Estos insecticidas han generado problemas de contaminación ambiental, de toxicidad a insectos no blancos y de manera más importante, a los agricultores que los aplican. Se estima que cada 40 segundos muere un humano por problemas generados por contaminación con plaguicidas. Por otra parte, los insecticidas químicos han perdido su

eficacia en el control de insectos, ya que su aplicación ha generado la aparición de poblaciones de insectos resistentes (Soberón, 2007).

Según el fenómeno de resistencia de las plagas a los pesticidas ha sido observado donde quiera que se utilicen estos productos en forma rutinaria y en la actualidad los especialistas lo aceptan como una consecuencia natural del proceso evolutivo. En principio, el desarrollo de resistencia en una población de insectos se basa en la variabilidad natural que presentan los individuos de esa población a los efectos de un producto. Normalmente unos pocos individuos son capaces de tolerar las dosis que producen la muerte de la gran mayoría de la población. Si se ejerce una presión de selección por medio de sucesivas aplicaciones los individuos susceptibles son eliminados y la población se torna resistente (Cisneros, 1995).

Un problema grave de contaminación ambiental resulta de la utilización indiscriminada de pesticidas químicos; que se ha venido haciendo desde su descubrimiento a mediados de los años treinta. La presencia de insecticidas en una gran cantidad de alimentos, en la leche materna, en la sangre de los niños, en el agua potable, en la lluvia, en el mar, en las nieves polares, en el plancton, etc. indica que sus efectos tóxicos están

presentes en toda la biosfera. El movimiento Greenpeace calcula que existen 25 millones de intoxicaciones y 220 mil muertes al año, causadas por pesticidas, a nivel mundial (Ibarra, 1994).

En la actualidad, la industria de bioinsecticidas representa una fracción muy pequeña del mercado mundial de pesticidas. Por poner un ejemplo, las ventas de pesticidas en 1995 fueron de 29 billones de dólares, mientras las de biopesticidas sólo de 380 millones de dólares. El mercado de biopesticidas representa sólo un 1.3% del mercado global, donde los bioinsecticidas representan un 7.5% del total. De manera contraria, se espera que en las próximas décadas el crecimiento de productos químicos será del 2%, en contra de un 10-15% de biopesticidas (Tamez, 2001).

Una de las ventajas de la biotecnología agrícola ha sido el impulso del empleo de bioinsecticidas, los cuales tienen como objetivo primordial proteger al ambiente y mejorar la calidad de los alimentos. La industria de los bioinsecticidas incluye agentes microbianos de control (bacterias, hongos, virus, protozoarios y nemátodos), organismos entomófagos (depredadores y parasitoides), compuestos orgánicos y organismos y plantas transgénicas. Se tiene estimado que el empleo de *Bacillus*

thuringiensis para control de plagas en campo es de un 4% al 10% del total de insecticidas, y la producción y el empleo de diferentes hongos entomopatógenos y organismos entomófagos es cada vez mayor, principalmente en las regiones agrícolas. Además, se ha iniciado la producción de otro tipo de bacterias, baculovirus, nemátodos y extractos de plantas, aunque con un mercado nacional muy pequeño. Para incrementar el consumo de bioinsecticidas en México se requiere de mayor investigación científica y de factibilidad económica, que se enfoquen a mejorar la producción y calidad de los mismos, con el fin de garantizar la efectividad del producto final (Tamez, 2001).

2.2. ENFOQUES TEÓRICOS – TÉCNICOS

2.2.1. *Brassica oleracea itálica*

El brócoli es una planta anual de híbrido de hábito de crecimiento erecto, con una altura entre 60 a 90 cm. y termina en una masa de yemas funcionales. Esta necesita vernalización para producir el vástago floral. La parte comestible es masa densa de yemas florales de color verde grisáceo o morado, que puede alcanzar un diámetro de 20 a 35 cm. dependiendo del cultivar. Los brócolis difieren principalmente de las coliflores, en que, además de rematar sus tallos principales en una masa

globulosa de yemas hipertrofiadas de yemas florales, de tamaño menor que el de la cabeza principal, estos aparecen de forma paulatina y escalonada, generalmente tras el corte del cogollo principal que pueden ser comercializados haciendo manojos (Jaramillo y Diaz 2006).

2.2.1.1. Fenología

Los estudios básicos sobre crecimiento y desarrollo de plantas cultivadas permiten conocer su dinámica y actividad lo cual facilita la aplicación de prácticas de manejo acordes con los requerimientos del cultivo. Los estudios fenológicos coinciden en observar básicamente dos fases: fase vegetativa y fase reproductiva.

El ciclo comercial está dividido en dos fases, diferenciadas por el momento de la aparición floral; la fase vegetativa y la fase reproductiva, donde se tiene en cuenta la duración de la cosecha. La fase vegetativa se caracteriza por el incremento en el número de hojas y el engrosamiento y el engrosamiento del tallo, mientras que la fase reproductiva, por el crecimiento y desarrollo de la cabeza, desde la formación de la inflorescencia hasta la cosecha misma. Estas fases a su vez se subdividen en varias etapas: fase vegetativa que incluye la etapa de semillero y la etapa juvenil, y la fase reproductiva que incluye la etapa

de emergencia floral y formación de la inflorescencia (Jaramillo y Diaz 2006).

2.2.1.2. Híbrido Legacy

El ciclo comercial para el híbrido Legacy, tiene una duración aproximada de 97 días en promedio, germinación y plántula en semillero (25- 30 días), trasplante a campo, crecimiento y desarrollo de las plantas hasta formación de la pella. Sin embargo, este ciclo puede acortarse a 92 días en época de verano y alargarse a 107 días, aproximadamente.

2.2.1.1.1. Etapa semillero

Esta etapa tiene una duración de 30 días; comienza con la germinación de la semilla hasta cuando la plántula, tiene entre tres y cuatro hojas bien formadas y una altura entre 10-12 cm. y está lista para el trasplante a campo.

2.2.1.1.2. Etapa juvenil

Esta se inicia con el trasplante a campo, cuando las plántulas tienen cuatro hojas y finaliza con la visualización de la estructura o primordio floral. Tiene una duración aproximada de 40 días. En este estado la planta tiene una edad total de 70 días En esta etapa del crecimiento, la altura,

diámetro del tallo, biomasa, número de hojas y área foliar presentan incremento logarítmico. El tallo se engruesa y alarga hasta alcanzar un máximo desarrollo; también presenta una gran proliferación de hojas, y las senescentes son escasas en este periodo. El cierre del dosel ocurre al final de esta etapa hacia los 35 días después del trasplante, lo cual muestra el desarrollo acelerado de las hojas y su exposición para la captación de la radiación.

2.2.1.1.3. Etapa de emergencia floral

La aparición floral ocurre entre los 40-45 días después del trasplante, cuando las plantas tienen entre 18 a 20 hojas. A partir de este momento, se inicia un crecimiento lineal para la planta, donde su prioridad es el desarrollo de la cabeza, como lo confirman la disminución de la tasa de emisión foliar, la tasa de evolución de la superficie foliar y la tasa de crecimiento del tallo.

2.2.1.1.4. Etapa de formación de la cabeza

Durante esta etapa ocurre el crecimiento de la inflorescencia hasta la cosecha, cuando aún no han abierto las flores. Tiene una duración de 20 a 25 días. La inflorescencia presenta un crecimiento exponencial en diámetro y biomasa, caracterizado por un periodo de crecimiento «lento»,

desde su aparición hasta los 55 días después del trasplante aproximadamente, seguido de un periodo más rápido, que se extiende hasta la cosecha, la cual se inicia a partir de los 60 y 65 días después del trasplante. En esta etapa se da la traslocación de fotoasimilados hacia la inflorescencia; el diámetro del tallo se incrementa lentamente, la altura de la planta presenta un segundo pico en su crecimiento, por el aumento en el tamaño de la cabeza.

2.2.2. *Plutella xylostella*

2.2.2.1. Daño

La *Plutella xylostella* L. es una plaga importante en las coles; las larvas realizan pequeños orificios en las hojas, produciendo gran infestación en la planta (esquelitización), otro de los aspectos es el daño que causan a los brotes de las plantas afectando el desarrollo de la única inflorescencia principal del brócoli. En tiempos calurosos y secos se produce un fuerte incremento de la población de esta plaga; en Lima en condiciones de verano se llegan a producir hasta 8 generaciones de esta plaga. En años siguientes la *Plutella xylostella* L. se ha convertido en la plaga más destructiva de las crucíferas a nivel mundial (Wille, 1952).

Cree que una de las causas más importantes para que *Plutella xylostella* L. sea plaga es la desaparición de sus enemigos naturales, especialmente parasitoides, los cuales no tienen la misma habilidad para adaptarse. Antes de la introducción de pesticidas en los años 40, *Plutella xylostella* L. no era registrado como plaga importante de crucíferas, pero con el uso generalizado de insecticidas sintéticos a mitad de los 50, fueron eliminados importantes enemigos naturales, esto generó un incremento de la plaga, lo cual llevó a un aumento en el uso de insecticidas y con ello la aparición de resistencia a estos por parte de la plaga. Dentro de los lepidópteros se cree que *Plutella xylostella* L. es el más distribuido a nivel mundial, debido a su gran capacidad de migrar y adaptarse a diferentes condiciones climáticas, actualmente en todos los lugares donde se siembran crucíferas se encuentra *Plutella xylostella* L. (Talekar y Shelton 1993).

La *Plutella xylostella* L. en 1953, se convirtió en la primera plaga en el mundo en adquirir resistencia al DDT, *Plutella xylostella* L. fue la primera plaga en desarrollar resistencia en campo a la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Debido a la gran agresividad de esta plaga, en áreas como el Sudeste de Asia, Centro América, el Caribe y Sudeste de Estados

Unidos, se ha vuelto imposible una producción económica de crucíferas (Talekar y Shelton 1993).

2.2.2.2. Biología y Ecología

Los huevos son diminutos y de color amarillento a verde azulada el cuerpo es alargado y tiende a angostarse en ambos extremos, al molestarla se retuerce rápidamente y se deja caer en un hilo de seda. La pupa inicialmente es verde y conforme se acerca a su emergencia toma un color marrón; esta se encuentra en un delicado capullo de seda permite su interior (La Torre,1990).

El adulto tiene un cuerpo delgado de color grisáceo o café, presentando en el dorso tres manchas café claras en forma de diamante, las hembras viven aproximadamente tres meses y los machos un poco menos (La Torre, 1990).

La mayor parte de los huevos son puestos después de las doce de la noche y la relación de oviposición que hay entre el haz y envés de la hoja es de 3/2, a su vez los huevos son puestos de preferencia en concavidades de la hoja antes de que en superficies lisas. El periodo de incubación puede variar entre 5-6 días (Vergara y Sanchez 1998).

La larva de primer estadio mina el tejido esponjoso del mesófilo de la hoja, mientras que en los siguientes estadios la larva consume todo el tejido de la parte inferior de la hoja, dejando solamente la epidermis del haz de la hoja (Vergara y Sanchez 1998).

La *Plutella xylostella* L. presenta 4 estadios larvales los cuales tienen mayor o menor duración según las temperaturas del medio ambiente. En 1022 observaciones hechas en el verano en Ontario Canadá, el promedio de duración de los estadios larvales fue de 4; 4; 5; 5,6 días del primero al cuarto estadio respectivamente. Se han registrado periodos de desarrollo más rápidos en climas cálidos. La duración del periodo pupal varía de 4 a 15 días dependiendo de la temperatura (Talekar y Shelton 1993).

2.2.3. Uso de hongos entomopatógenos:

Los hongos entomopatógenos son microorganismos vivos que producen enfermedades a diferentes órdenes de insectos, no causan daño al hombre ni a las plantas. En condiciones naturales requieren de humedad, pH y de temperatura adecuada para su dispersión, dependiendo de cada especie de hongo. Existen diversas hongos que se encuentran en la naturaleza ocasionando la muerte de varios insectos y cuando las condiciones climáticas son favorables se pueden originar epizootias, así

los hongos entomopatógenos representan una alternativa poco explotada en el control de plagas. Por otra parte, los hongos entomopatógenos no son potencialmente perjudiciales a los seres humanos ya que su desarrollo es muy difícil a temperaturas entre 34,5 y 40 °C (Alves, 1986).

2.2.4. *Beauveria bassiana* (bálsamo)

Beauveria bassiana (bálsamo) es un hongo filamentoso que produce micelio de color blanco o ligeramente coloreado (amarillento o rosado claro), dentro del sustrato o aéreo. Forma conidióforos constituidos por fiálides simples, en manojos o en ramilletes esféricos de simpódulos que crecen en forma de cuellos ramificados. Las conidias (simpodulosporas o fialoconidias) son unicelulares y transparentes, crecen en los plegamientos de los cuellos de los simpódulos y pueden tener formas diferentes: globosas, ovales o elipsoidales (Fassatiová, 1986).

Clasificación taxonómica del hongo *Beauveria bassiana* (bálsamo), obtenida a partir de las características descritas por (Fassatiová, 1986) y del esquema de clasificación general para hongos utilizado por (Pelczar et al. 1982).

Reino: Fungi

División: Micota

Clase: Deuteromicetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Beauveria*

Especie: *bassiana*

2.2.4.1. Modo de acción

A diferencia de otros patógenos de insectos, que deben ser ingeridos para poder infectar a los hospederos, *Beauveria bassiana* (*bálsamo*) usualmente invade a través de la cutícula (exoesqueleto quitinoso) del insecto. Las unidades infecciosas casi siempre son las esporas, que se unen a la superficie del integumento, germinan y penetran la cutícula. En algunos casos penetra a través del tracto digestivo o de los espiráculos abdominales (Debach y Rosen 1991).

En el interior del insecto *Beauveria bassiana* (*bálsamo*) se propaga y coloniza el hemolinfa. En esta etapa puede producir toxinas provocando la muerte del hospedero en corto tiempo. Cuando esto no ocurre, la muerte se retarda y generalmente es el resultado del consumo de los nutrientes del hemolinfa por el hongo. Después de la muerte de los hospederos el

hongo emerge de los cadáveres y, en presencia de humedades relativas altas, esporula sobre las superficies de los cadáveres (Roberts y Humber 1981).

Dividieron el proceso de infección en insectos en diez pasos estos son: unión de las conidias a la cutícula de los insectos, germinación de las conidias en la cutícula, penetración de la cutícula, crecimiento del hongo en el hemolinfa, producción de toxinas, muerte del hospedero, crecimiento micelial e invasión de todos los órganos del hospedero, salida de las hifas a través de la cutícula, producción de unidades infectivas (conidias) en el exterior del hospedero, y dispersión de las conidias por el entorno (Roberts y Humber 1981).

2.2.4.2. Germinación de las conidias y penetración en la cutícula de los insectos

Aunque la adhesión de las esporas a la cutícula de los insectos es un proceso no específico como se mencionó anteriormente; para la germinación de las conidias y posterior penetración del tubo de germinación en la cutícula se requieren condiciones específicas (Charnley, 1991).

Estas condiciones se relacionan a continuación según lo reportado por varios autores.

- Las lectinas presentes en la pared de las conidias podrían formar enlaces específicos con las proteínas de la cutícula después de la adhesión inicial (Lane et al. 1991).
- Para la germinación de las esporas de *Beauveria bassiana* (bálsamo) es necesaria una humedad relativa alta (> 90%) ,esto no representa una limitación grave pues el microclima del follaje de las plantas, particularmente durante los periodos de lluvia, asegura las condiciones apropiadas para la germinación (Roberts y Humber 1981).
- Los estimuladores y los inhibidores de la germinación se encuentran en la cutícula por lo que el hongo debe estar adaptado a las condiciones de su superficie (Charnley, 1991).
- Las bacterias presentes en la cutícula pueden tener un marcado efecto inhibitorio en la germinación (Roberts y Humber 1981).
- La dureza y la composición de nutrientes de la cutícula influyen en el desarrollo de las estructuras de infección (llamadas apresorias) (Charnley, 1991).

Después que la espora se fija a la cutícula, mediante las apresorias el tubo de germinación penetra directamente en la cutícula. Este

proceso involucra mecanismos enzimáticos y Procesos físicos relacionados con la extensión de la hifa. Las enzimas que participan en la penetración son hidrolasas extracelulares que incluyen proteasas, quitinasas y lipasas (Charnley, 1991).

Estas enzimas actúan de forma secuencial durante la penetración. La importancia de cada una de estas enzimas en la penetración depende de las características de la cutícula del insecto atacado y del mecanismo de invasión del hongo (Roberts y Humber 1981).

2.2.4.3. Fase de crecimiento micelial y producción de esporas

En esta etapa el hongo invade prácticamente todos los órganos del insecto provocando su muerte. Si las condiciones de humedad y temperatura ambientales no son las adecuadas, el hongo permanece dentro del cadáver que sirve como su reservorio. Cuando se restablecen las condiciones apropiadas el hongo emerge a través de la cutícula y produce esporas (conidias), que se dispersan con las corrientes de aire o agua (Roberts y Humber 1981).

Es en esta fase donde *Beauveria bassiana* (bálsamo) puede establecer relaciones endofíticas con diferentes plantas, colonizarlas sin dañarlas

o interactuar de forma específica con estas, pues no es un hongo fitopatógeno. Se ha demostrado que este hongo puede colonizar plantas de maíz a nivel de los verticilos, moverse por su sistema vascular de forma pasiva, y persistir en su interior por largos periodos. Esta capacidad puede aprovecharse para su utilización en el control de plagas (Bing y Lewis 1993).

2.2.4.4. Características de las esporas de *Beauveria bassiana* (bálsamo)

Beauveria bassiana (bálsamo) produce dos tipos de esporas durante las fases de infección del hospedero: las blastosporas que son cuerpos de hifas unicelulares que se producen durante el crecimiento en el hemolinfa y las conidias que se forman una vez que el hongo emerge del insecto (Roberts y Humber 1981). Durante la producción por fermentación *B. bassiana* produce esporas de acuerdo al método de cultivo empleado; en cultivo sumergido produce blastosporas y conidias mientras que en cultivo superficial y fermentación en medio sólido produce solo conidias (Hegedus et al. 1990); (Thomas et al. 1987).

2.2.5. Uso de Bacterias Entomopatógenos.

Los registros de enfermedades bacterias en insectos son muy antiguos, los primeros registros se hicieron en insectos benéficos, a finales del siglo XIX la sericultura y la apicultura se encontraban seriamente afectadas. Posteriormente se pensó utilizar las bacterias como método de control de plagas y actualmente se encuentran bastante difundidos. Las principales bacterias utilizadas son *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus popilliae*, *Bacillus morital*, *Bacillus sphaericus*, los cuales son bastante seguros con relación a los mamíferos, según (Alves, 1986).

2.2.6. *Bacillus thuringiensis* (Berliner)

Bacillus thuringiensis (Bt) fue descrita por Berliner en 1911 cuando aisló un bacilo de larvas de la polilla *Anagasta kuehniella* en Alemania, Concretamente en la provincia de Thuringia. Aunque Berliner fue el primero en describirla, su descubrimiento data de 1901 cuando el microbiólogo japonés S. Ishiwata aisló una bacteria como agente causante de una enfermedad en las larvas de gusanos de seda. Tuvieron que pasar muchos años hasta que esta bacteria pasara de ser un enemigo en las poblaciones de insectos a ser considerada como elemento beneficioso para su empleo en el control de plagas agrícolas.

Según (Alves, 1998), se clasifica a este patógeno de la siguiente manera:

División: Micota

Clase: Bacterias

Familia: Bacillaceae

Género: Bacillus

Especie: *Bacillus thuringiensis (berliner)*

2.2.6.1. Modo de acción:

Cada célula de *Bacillus thuringiensis (berliner)* es un organismo vivo que contiene una espora y un cristal. El cristal contiene una delta endotoxina la cual es insoluble en agua bajo condiciones neutrales o moderadamente acidas, sin embargo cuando este cristal ingresa al intestino de la larva, el cual tiene pH alcalino, se disuelve rápidamente y es activado por una enzima proteolítica que se encuentra en el intestino medio, luego esta proteína soluble (toxina) se une al epitelio del intestino en lugares receptores específicos, causando hinchazón y la subsecuente destrucción de la pared celular intestinal, lo cual hace que la hemolinfa se derrame, mezclándose con los jugos intestinales; de este modo el pH de la hemolinfa se vuelve alcalino, induciendo a una parálisis general de la larva. Simultáneamente, las esporas que se encontraban dentro de la

célula de la bacteria ingresan al cuerpo de la larva a través de la hemolinfa, que es un medio ideal para la reproducción de las esporas (Abbott Laboratories, 1993).

Pocos minutos después que la larva ingiere la bacteria, se producen alteraciones histopatológicas que se inician en la microvellosidades del intestino medio, las cuales sufren turgidez, el síntoma se detecta después en las células epiteliales de la membrana basal del intestino medio, en pocas horas, dependiendo del insecto tratado, la dosis aplicada y las condiciones del medio, se detecta una desintegración extensiva de las células epiteliales, principalmente en la porción anterior al intestino medio, la musculatura intestinal sufre un laxamiento y una disociación, con lo cual se explica la parálisis intestinal de varios lepidópteros (Alves, 1986).

Realizó pruebas para ver las manifestaciones de los síntomas de *Bacillus thuringiensis* en *Plutella xylostella*, en condiciones de laboratorio, las larvas afectadas por *Bacillus thuringiensis* primero se mostraban débiles, ya no se alimentaban y por lo tanto no aumentaba el volumen de su cuerpo, finalmente al morir, el cuerpo presentaba una coloración negra y deformada, el efecto de *Bacillus thuringiensis* fue a los 2.25 días en promedio (Ansion, 1996).

2.2.6.2. Influencia del medio ambiente

Uno de los principales factores para el desarrollo de una bacteria es la temperatura. Para *Bacillus thuringiensis*, la temperatura optima se encuentra entre 25 °C y 28 °C, sin embargo esta bacteria es capaz de soportar hasta 37 °C. Otro factor importante es la humedad, en condiciones de campo una humedad relativa alta, junto con una temperatura optima, favorecen la diseminación de la bacteria, por el contrario cuando el clima es muy seco, las esporas son capaces de mantenerse viables por largos periodos, por ejemplo formulaciones de *Bacillus thuringiensis* en ambientes de 30% de humedad relativa, puede permanecer viables durante tres años o más. Las altas temperaturas favorecen el desarrollo de la bacteria, pero a su vez una alta radiación limita la sobrevivencia de las esporas en campo. Por eso se puede decir que el principal factor limitante para la persistencia de la bacteria en campo es la radiación (Alves, 1986).

2.2.7. Manejo de *Plutella xylostella* dentro de un programa integrado de crucíferas:

La *Plutella xylostella* tiene un largo historial de resistencia a diversos insecticidas y los factores que han influido en el desarrollo de esta resistencia son, la alta fecundidad y potencial reproductivo, la rapidez con

que ocurren los ciclos, la capacidad de desarrollarse en diferentes cultivos de crucíferas y de las frecuentes aplicaciones de insecticidas (Talekar y Shelton 1993).

Todos los estados de *Plutella xylostella* presentan algún controlador biológico, en el caso de adultos existen pájaros y arañas, al estado de huevo, larva y pupa; los afectan 90 especies de parasitoides de los cuales solo 57 tienen importancia (6 en huevo, 38 en larvas y 13 en pupas). Los parasitoides de larvas más eficientes son *Diadegma insulare* y *cotesia sp.*, la mayoría de estas especies provienen de Europa (Talekar y Shelton 1993).

Los aceites pueden tener acción insecticida, debido a su poder de penetración en la tráquea de los insectos, produciendo su asfixia. Además la cutícula lipófila puede ser alterada por los aceites produciéndose la muerte de los insectos (Santiago 1991) (Primo y Carrasco 1990).

La composición de los colores de las plantas están sujetas a las variaciones, las cuales están relacionadas con las condiciones de la planta, la edad de la misma, su estado fisiológico, etc., lo cual influye en la respuesta de los insectos hacia ella; En los insectos hay mecanismos

sensoriales y de comportamiento que juegan un rol importante en el rechazo o aceptación de una planta, además indican el rechazo o aceptación de una planta, además indican que el sistema sensorial es muy importante en el estímulo o inhibición de la oviposición (Renwick y Chew 1994).

2.2.8. SUNFIRE 240 SC

Es un acaricida e insecticida perteneciente al grupo de los pirroles que actúa por contacto e ingestión, inhibiendo el proceso energético de la fosforilación oxidativa. SUNFIRE® 240 SC al entrar en contacto con las células del insecto, éstas lo transforman en SUNFIRE® 240 SC activo, interrumpiéndose la generación de energía por la liberación y extracción de protones H⁺ antes de llegar al ATP. Así se produce la acción de control sobre las plagas.

2.3. MARCO REFERENCIAL

2.3.1. Trabajos realizados con *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*

En el trabajo de investigación titulado “Producción y extracción de esporas del hongo entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bálsamo) *vuillemin* por

fermentación en medio sólido.” Se concluyó que la acción de la temperatura juega un papel muy importante en la acción de producción de esporas aumentando así su eficacia a los diversos cultivos (Romano, 1996).

En el trabajo de investigación titulado “Efectividad de *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis* para el control de la polilla de las crucíferas *Plutella xylostella* en el cultivo de brócoli” se tuvo como principal conclusión que la bacteria *Bacillus thuringiensis* puede lograr una eficacia del 50,20% en el control de la *Plutella xylostella* y a la vez se logró un rendimiento de 23,75 toneladas por hectáreas (Coaquira, 2005).

CAPITULO III

HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS

3.1.1. Hipótesis general

Por lo menos uno de los bioinsectidas evaluados tendrá efecto en el control de la población de *Plutella xylostella*, en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*).

3.2.2. Hipótesis específicas

El uso de bioinsectidas afectará significativamente en el control de larvas y pupas de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*).

El grado de daño en la hoja de *Plutella xylostella* L en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea itálica*) disminuirá significativamente con el uso de los bioinsectidas.

Al menos uno de los bioinsectidas tendrá mayor efecto en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* itálica).

3.2. Dimensiones y variables

Variable dependiente: (Y): Control de polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.)

Dimensiones:

- Numero de larvas vivas
- Numero de larvas muertas
- Numero de pupas vivas
- Numero de pupas muertas
- Rendimiento de la inflorescencia
- Grado de daño de hoja

Variable independiente (X): Microorganismos entomopatógenos

Dimensiones:

- Testigo químico (Sunfire® 240 SC)
- *Beauveria bassiana* (SENASA)

- *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM)
- *Beauveria bassiana* + *Bacillus thuringiensis*

3.3. Operacionalización de variables

Cuadro 1. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador
<p>Variable dependiente (Y)</p> <p>Control de polilla de las crucíferas (<i>Plutella xylostella</i> L.)</p>	<p>Numero de larvas vivas</p> <p>Numero de larvas muertas</p> <p>Numero de pupas vivas</p> <p>Numero de pupas muertas</p> <p>Rendimiento de la inflorescencia</p> <p>Grado de daño de hoja</p>	<p>Nº</p> <p>Nº</p> <p>Nº</p> <p>Nº</p> <p>Kg/ha</p> <p>1,2,3,4 y 5</p>
<p>Variable independiente X</p> <p>Microorganismos entomopatógenos</p>	<p>Testigo químico (Sunfire® 240 SC)</p> <p><i>Beauveria bassiana</i> (SENASA)</p> <p><i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)</p> <p><i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i></p>	

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es de tipo experimental

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y muestra (N=n) está constituida por plantas de brócoli y los microorganismos entomopatógenos

4.3. MATERIALES Y MÉTODOS

4.3.1. Ubicación del experimento

El presente proyecto se realizó en el centro experimental agrícola (CEA III), fundo los pichones de la universidad nacional Jorge Basadre Grohmann, que está bajo la administración de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. El centro experimental agrícola CEA III los pichones se encuentran ubicados geográficamente:

Latitud sur de 17°59'38";

Longitud oeste de 70°14'22";

Altitud de 508 m.s.n.m.;

Con una extensión de 16,6 has. Políticamente se encuentra en la región Tacna, en la provincia de Tacna, y el distrito de Tacna.

4.3.2. Historial del campo experimental

Cultivo morrón (2011)

4.3.3. Material experimental

Se utilizó como material experimental el cultivo de brócoli (hibrido Legacy) y *Beauveria bassiana* (bálsamo) y *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (berliner) para el control de polilla de las Crucíferas (*Plutella xylostella* L.)

4.3.4. Tratamientos

Se usaron 4 tratamientos con 4 repeticiones, obteniendo un total de 16 unidades experimentales.

T₁- testigo químico (Sunfire® 240 SC) (6cc/20 l de agua)

T₂- *Beauveria bassiana* (SENASA) (200g / 20 l de agua)

T₃- *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM) (25g/20 l de agua)

T₄- *Beauveria bassiana* + *Bacillus thuringiensis* (200g + 25g/20 l de agua)

4.4. ANÁLISIS DE SUELO

Cuadro 2. Características físico – químicas del suelo.

ANÁLISIS FÍSICOS	RESULTADOS
Arena	50
Arcilla	16
Limo	34
Clase textural	Franco
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
CO ₃ Ca	0,0
pH	4,43
C.E.	1,14 mS/cm
Materia orgánica	0,57
Nitrógeno	0,035%
Fósforo	81,34 ppm
Potasio	870 ppm
Ca ⁺⁺	7,93 meq/100gs
Mg ⁺⁺	1,458 meq/100gs
K ⁺	1,84 meq/100gs
Na ⁺	0,35 meq/100gs
CIC	19,50 meq/100gs
PSI	1,79 %
Saturación de bases	59,49 %

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios Arequipa – Perú (2012)

El pH de los suelos es de gran importancia para la agricultura. Esta propiedad afecta la solubilidad de muchos de los nutrimentos esenciales para las plantas y también la solubilidad de sustancias que le son tóxicas a las plantas, en este suelo el pH de 4,43 indica la presencia de Aluminio este elemento es soluble en suelos fuertemente ácidos provocando

toxicidad sobre el desarrollo de las plantas. La C.E. (Conductividad Eléctrica) lo clasifica como Moderadamente Salino. La Materia orgánica y el nitrógeno son bajos más bien el fósforo y el potasio están muy altos.

La textura de este suelo es Franco, estos suelos presentan características físicas ideales para el desarrollo satisfactorio de los cultivos, son los más ideales y aptos para la producción agrícola, su capacidad de retención de humedad es satisfactoria. Para mantener su fertilidad en condiciones óptimas, se requiere ejecutar trabajos de un buen manejo de suelos. La CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) es Media. El pH del suelo tiene su efecto sobre la descomposición de la Materia Orgánica, sobre las actividades biológicas en el suelo, sobre la disponibilidad del N, P, K, Ca, Mg, S y micronutrientes en este caso el pH del suelo es Moderadamente Acido, esto quiere decir que algunos de los elementos no se encuentran disponibles.

La C.E. (Conductividad Eléctrica) que mide la cantidad total de sales solubles es Alta. La Materia Orgánica, Nitrógeno y Fósforo son Bajos, el Potasio es Muy Alto. La textura es Arena Franca son suelos sueltos, presentan baja capacidad de retención de la humedad bajos contenidos de nutrimentos y sin estructura. Su laboreo es de fácil ejecución,

mediante un manejo adecuado de estos suelos, es posible obtener en ellos producciones satisfactorias de cultivos adaptables a esas condiciones. La CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) es baja.

4.5. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS:

Según el cuadro 3, señala que las temperaturas mínimas más bajas se presentaron en los meses de mayo y julio, mientras que se registró temperaturas máximas más altas en los meses de abril y octubre.

CUADRO 3. Temperaturas y humedad relativa registradas en el campo experimental

Meses	Promedios de temperaturas				
	T° Media	T° Máxima	T° Mínima	Precipitación Atmosférica	Humedad relativa
Enero	18,88	25,25	15,27	1017,26	73,50
Febrero	17,77	24,35	14,23	1018,10	75,59
Marzo	16,71	23,50	13,08	1017,85	74,55
Abril	17,53	23,72	13,77	1016,87	73,40
Mayo	17,69	23,07	13,66	1016,88	72,33
Junio	18,58	24,03	14,55	1016,89	70,76
Julio	18,72	24,63	14,13	1014,02	69,24

FUENTE: SENAMHI (2012)

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue el de Bloques Completos Aleatorizados (DBCA); con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó utilizando la técnica de análisis de varianza, usando la prueba en F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01.

El modelo aditivo lineal usado es:

$$X_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + e_{ij}$$

$$X_{ij} = \text{Observación}$$

$$\mu = \text{media general}$$

$$t_i = \text{efecto del } i\text{-ésimo tratamiento}$$

$$\beta_j = \text{efecto del } j\text{-ésimo bloque}$$

$$e_{ij} = \text{efector aleatorio del error}$$

para la comparación de promedios entre los tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan al 95%.

Para datos expresados cualitativamente en escala se utilizó la prueba de Friedman (χ^2) es decir para la evaluación de grado de daño en la hoja utilizando la siguiente fórmula:

Estadística de prueba:

$$xr^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum r_i^2 - 3b(t+1)$$

Para realizar las comparaciones de medias entre los rangos se utilizó la prueba DLS (Diferencia de límite de significación) al 95% de confiabilidad.

4.8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Largo del campo experimental	: 24 m
Ancho del campo experimental	: 24 m
Área del campo experimental	: 576 m ₂
Largo de bloque	: 6 m
Ancho del bloque	: 24 m
Área de bloque	: 144 m ²
Nº de unidades experimentales	: 16
Largo de la unidad experimental	: 6 m
Ancho de la unidad experimental	: 6 m
Distancia entre hileras	: 1,5 m
Distancia entre plantas	: 0,5 m

Croquis del campo experimental



Bloque I	T ₂	T ₁	T ₃	T ₄
Bloque II	T ₄	T ₂	T ₁	T ₃
Bloque III	T ₃	T ₄	T ₂	T ₁
Bloque IV	T ₁	T ₃	T ₄	T ₂

4.9. METODOLOGÍA

4.9.1. Preparación de almacigo

Se realizó el día 7 de marzo del 2012 y se usaron bandejas de germinación (Speedling) de 138 celdas, se usó como sustrato Humus de lombriz. Se colocó una semilla a 0,5 cm de profundidad aproximadamente, por cada celda de germinación.

4.9.2. Preparación de suelo

Una semana antes del transplante, se realizó la limpieza de campo eliminando cualquier tipo de maleza y residuo que haya quedado de la

campaña anterior. Posteriormente se realizó el arado de forma mecánica, utilizando arado de discos y ranfla para su nivelado, seguidamente se incorporará materia orgánica a razón de 26 t/ha, luego se realizó un riego para acelerar la descomposición de la materia orgánica.

4.9.3. Transplante

Se realizó el día 5 de abril del 2012 a los 22 días de la germinación y se tomó en cuenta el desarrollo de hojas verdaderas que tenga la especie. En campo se instaló a 0,50 m. entre plantas y 1,5 m entre líneas.

4.9.4. Fertilización

La fórmula a utilizar será de N - 200 P₂O₅ - 80 y el K₂O 80 la primera fertilización se realizó antes del transplante que fue el abono de fondo a base de sulfato de potasio, fosfato diamonico y una parte de Urea, la segunda fertilización se realizara a los 30 días después añadiendo la segunda parte de úrea que contiene el elemento vital que es el nitrógeno.

4.9.5. Riegos

Se utilizó el sistema de riego por goteo y se realizaron riegos pesados los primeros días y luego se aplicaron riegos ligeros (2 veces por semana) hasta el inicio de la cosecha.

4.9.6. Desmalezado

Se realizó en dos oportunidades de acuerdo a la incidencia de malezas en campo de manera preventiva, no se usaron herbicidas.

4.9.7. Poda

Se realizaron podas en dos oportunidades como labor complementaria para combatir la plaga.

4.9.8. Aplicación de los Tratamientos

Para la aplicación de los tratamientos Se tomó en cuenta el nivel poblacional de *Plutella xylostella*, el día 04 de mayo del 2012 se realizó la evaluación de plagas en estado larval, el 20 % de hojas evaluadas presentaron larvas de último estadio.

Se inició con la primera aplicación de los tratamientos el día 6 de mayo del 2012, al tercer día de haber aplicado el tratamiento se realizó la primera evaluación con fecha 9 de mayo del 2012, la segunda evaluación el día 12 de mayo del 2012 y la tercera evaluación el día 15 de mayo del 2012, cada una de estas evaluaciones se realizó cada tres días.

La segunda aplicación se realizó el día 17 de mayo del 2012, al tercer día de haber realizado la aplicación se registró la cuarta evaluación con fecha 20 de mayo del 2012, luego de tres días se procedió a realizar la quinta evaluación, la cual se tomó el 23 de mayo del 2012, posteriormente se realizó la sexta evaluación el 26 de mayo del 2012, al igual que la primera aplicación las evaluaciones se tomaron cada tres días.

Por último la tercera y última aplicación se realizó el día 28 de mayo del 2012, siguiendo el mismo procedimiento se realizó la séptima evaluación al tercer día de haber aplicado el tratamiento el 31 de mayo del 2012, luego de tres días se tomó la octava evaluación el 3 de junio del 2012 y por último el 6 de junio del 2012 se registró la novena evaluación.

Primera aplicación	}	1era evaluación (9 de mayo del 2012)
6 de mayo del 2012		2da evaluación (12 de mayo del 2012)
		3era evaluación (15 de mayo del 2012)

Segunda aplicación	}	4ta evaluación (20 de mayo del 2012)
17 de mayo del 2012		5ta evaluación (23 de mayo del 2012)
		6ta evaluación (26 de mayo del 2012)

Tercera aplicación	}	7ma evaluación (31 de mayo del 2012)
		8va evaluación (3 de junio del 2012)
28 de mayo del 2012		9na evaluación (6 de junio del 2012)

Para realizar las evaluaciones se tomaron 10 hojas por unidad experimental, teniendo un total de 160 hojas evaluadas, en las cuales se evaluó el número de larvas vivas, larvas muertas, pupas vivas, pupas muertas y el grado de daño en hojas.

4.10. VARIABLES RESPUESTA

- Numero de larvas vivas
- Numero de larvas muertas
- Numero de pupas vivas
- Numero de pupas muertas
- Rendimiento de la inflorescencia
- Grado de daño de hoja :Para su evaluación se registró el número de larvas y pupas que se localicen en la cara inferior de las hojas y el grado de daño de acuerdo a la siguiente escala
 - Grado 1: Sin comeduras
 - Grado 2: Raspadura en la cara inferior de la hoja
 - Grado 3: Perforaciones aisladas en las hojas.

- Grado 4: Perforaciones relativamente distribuidas en toda la hoja.
- Grado 5: Perforaciones abundantes que le da a la hoja la apariencia de una criba (cernidor)

CAPITULO V

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. TÉCNICAS APLICADAS EN LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Se procedió a obtener toda la información necesaria de cómo se llevan a cabo todos los procesos en la investigación experimental, recolectando la información durante el desarrollo y crecimiento del cultivo de brócoli, aplicación de los Microorganismos entomopatógenos: *Beauveria bassiana* (bálsamo) y *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki (berliner)* para el control de polilla de las Crucíferas (*Plutella xylostella L.*).

5.1.1. Observación directa:

Esta técnica de la observación directa se utilizó para las observaciones desarrolladas en campo durante la ejecución del experimento.

5.2. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

- Fichas de observación.

- Cámara fotográfica.
- Material de escritorio.
- Balanza.
- Cuaderno de apuntes.
- Lap top.

5.3. RESULTADOS

5.3.1. Número de larvas vivas

Cuadro 4. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Primera evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0022	0,0007	0,5803	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,1686	0,0562	44,0691	3,86 6,99 **
Error	9	0,0114	0,0013		
Total	15	0,1822			

CV: 2,799%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 4, del ANVA para la variable número de larvas vivas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 2,799% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 5. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Primera evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,45	a
2	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,27	b
3	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,21	c
4	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,18	c

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5, de la prueba de Duncan al 95% de confiabilidad, se aprecia que el tratamiento T₂ supero estadísticamente al resto con 1,45 el segundo lugar lo ocupó el T₃ con 1,27 superando al T₄ y T₁ que obtuvieron promedios de 1,21 y 1,18 de larvas vivas respectivamente.

Cuadro 6. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Segunda evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0070	0,0023	0,9453	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0682	0,0227	9,1942	3,86 6,99 **
Error	9	0,0222	0,0024		
Total	15	0,0974			

CV: 3,960 %

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 6, del ANVA para la variable número de larvas vivas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 3,960% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 7. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Segunda evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,36	a
2	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,27	b
3	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,22	bc
4	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,18	c

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 7 de Duncan al 95% de confiabilidad, de número de larvas vivas se aprecia que el tratamiento T₂ supero estadísticamente al resto con 1,36 el segundo lugar lo ocupó el T₃ con 1,27 superando al T₄ y T₁ que obtuvieron promedios de 1,22 y 1,18 de larvas vivas respectivamente.

Cuadro 8. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Tercera evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0091	0,0032	0,4304	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,1241	0,0414	5,3332	3,86 6,99 *
Error	9	0,0681	0,0076		
Total	15	0,2013			

CV: 7,291 %

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 8, del ANVA para la variable número de larvas vivas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 7,291 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 9. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Tercera evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,34	a
2	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,19	b
3	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,17	b
4	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,09	b

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 9 de Duncan al 95% de confiabilidad se aprecia que el tratamiento T₂ logró el mayor promedio con 1,34 superando al T₃, T₄ y T₁ que obtuvieron promedios de 1,19 ; 1,17 y 1,09 larvas vivas respectivamente.

Cuadro 10. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Cuarta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0094	0,0030	0,5532	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,1068	0,0356	6,3822	3,86 6,99 *
Error	9	0,0502	0,0055		
Total	15	0,1664			

CV: 6,271%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 10, del ANVA para la variable número de larvas vivas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 6,271 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 11. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Cuarta evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,32	a
2	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,,20	b
3	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,14	b
4	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,11	b

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 11, se aprecia que el tratamiento T₂ logró el mayor promedio con 1,32 de larvas vivas, superando al T₃, T₄ y T₁ que obtuvieron promedios de 1,20; 1,14 y 1,11 respectivamente.

Cuadro 12. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Quinta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0056	0,0018	0,2572	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0934	0,0321	4,3491	3,86 6,99 *
Error	9	0,0664	0,0073		
Total	15	0,1654			

CV: 7,267 %

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 12, del ANVA para la variable número de larvas vivas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 7,267 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 13. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Quinta evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,31	a
2	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,18	a b
3	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,12	b
4	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,12	b

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 13, se aprecia que el tratamiento T₂ logro el mayor promedio con 1,31 de larvas vivas, le sigue el T₃ que logro un promedio de 1,18 superando al T₄ y T₁ que obtuvieron promedios de 1,12 respectivamente.

Cuadro 14. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Sexta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0171	0,0057	0,7988	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,1009	0,0336	4,6952	3,86 6,99 *
Error	9	0,0645	0,0072		
Total	15	0,1825			

CV: 7,104 %

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 14 del ANVA para la variable número de larvas vivas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 7,104 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 15. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Sexta evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,32	a
2	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,20	a b
3	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,14	a b
4	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,11	b

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 15, se aprecia que el tratamiento T₂ logro el mayor promedio con 1,32 de larvas vivas, en segundo lugar se encuentran los promedios de los tratamientos T₃ y T₄ con 1,20 y 1,14 de larvas vivas respectivamente, el último lugar lo ocupa el tratamiento T₁ que obtuvo un promedio de 1,11 de larvas vivas.

Cuadro 16. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Séptima evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0092	0,0030	0,3106	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,1827	0,0609	6,1571	3,86 6,99 *
Error	9	0,0890	0,0098		
Total	15	0,2809			

CV: 8,766 %

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 16, del ANVA para la variable número de larvas vivas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 8,766 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

**Cuadro 17. Prueba de significación de Duncan número de larvas
vivas. Séptima evaluación.**

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,32	a
2	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,15	b
3	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,06	b
4	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,05	b

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 17, se aprecia que el tratamiento T₂ logro el mayor promedio con 1,32 de larvas vivas, superando al T₃, T₄ y T₁ que obtuvieron promedios de 1,15; 1,06 y 1,05 de larvas vivas respectivamente.

Cuadro 18. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Octava evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0136	0,0045	1,310	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0946	0,0032	9,056	3,86 6,99 **
Error	9	0,0313	0,0034		
Total	15	0,1395			

CV: 5,235%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 18, del ANVA para la variable número de larvas vivas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 5,235 y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 19. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Octava evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,26	a
2	T₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,09	b
3	T₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,08	b
4	T₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,07	b

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 19, se aprecia que el tratamiento T₂ logró el mayor promedio con 1,26 de larvas vivas, superando al T₃, T₄ y T₁ que obtuvieron promedios de 1,09; 1,08 y 1,07 larvas vivas respectivamente.

Cuadro 20. Análisis de varianza de número de larvas vivas. Novena evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0026	0,0008	0,6274	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0634	0,0211	15,1831	3,86 6,99 **
Error	9	0,0125	0,0013		
Total	15	0,0785			

CV: 3,270%

Fuente: Elaboración propia.

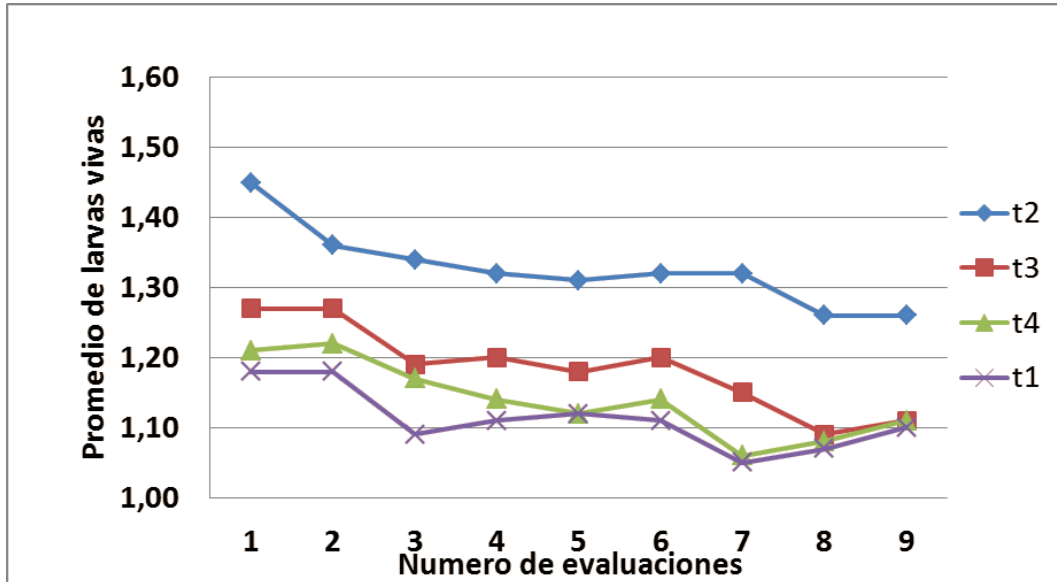
El cuadro 20, del ANVA para la variable número de larvas vivas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 3,270 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 21. Prueba de significación de Duncan número de larvas vivas. Novena evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,26	a
2	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,11	b
3	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,11	b
4	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,10	b

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$
Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 21, se aprecia que el tratamiento T₂ logro el mayor promedio con 1,26 de larvas vivas, superando al T₃, T₄ y T₁ que obtuvieron promedios de 1,11; 1,11 y 1,10 respectivamente. Lo anterior refleja que el tratamiento a base de *Beauveria bassiana* + *Bacillus thuringiensis*, reduciendo el número de larvas vivas.



Leyenda: T₁ testigo químico(Sunfire® 240 SC); T₂ *Beauveria bassiana*(SENASA) ; T₃ *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM) 3 y T₄ *Beauveria bassiana* + *Bacillus thuringiensis*.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1. Número de larvas vivas registradas durante las 9 evaluaciones.

5.3.2. NÚMERO DE LARVAS MUERTAS

**Cuadro 22. Análisis de varianza de número de larvas muertas.
Primera evaluación.**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0016	0,0005	0,4012	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,3607	0,1202	89,4032	3,86 6,99 **
Error	9	0,0121	0,0013		
Total	15	0,3744			

CV: 3,276%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 22, del ANVA para la variable número de larvas muertas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 3,276 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 23. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Primera evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,38	a
2	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,06	b
3	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,03	b
4	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,01	b

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 23, se aprecia que el tratamiento T₁ supero estadísticamente al resto con un promedio de 1,38 de larvas vivas, los tratamientos T₄, T₃ y T₂ obtuvieron promedios de 1,06; 1,03 y 1,01 larvas muertas respectivamente.

Cuadro 24. Análisis de varianza de número de larvas muertas.

Segunda evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,0022	0,0007	0,6482	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	0,1947	0,0658	57,6131	3,86	6,99 **
Error	9	0,0132	0,0011			
Total	15	0,2091				

CV: 2,785%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 24, del ANVA para la variable número de larvas vivas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 2,785 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 25. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Segunda evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,31	a
2	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,27	a b
3	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,25	b
4	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,03	c

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 25, se aprecia que el tratamiento T₁ y T₄ lograron los mayores promedios con 1,31 y 1,27 de larvas muertas respectivamente, superando al T₃ con un promedio de 1,25 y el T₂ que obtuvo un promedio de 1,03 de larvas muertas.

Cuadro 26. Análisis de varianza de número de larvas muertas.

Tercera evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0052	0,0017	1,4961	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,1058	0,0352	30,3103	3,86 6,99 **
Error	9	0,0104	0,0011		
Total	15	0,1214			

CV: 2,788%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 26, del ANVA para la variable número de larvas muertas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 2,788 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 27. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Tercera evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,29	a
2	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,27	a
3	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,25	a
4	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,08	b

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 27 de larvas muertas, se aprecia que el tratamiento T₁, T₄ y T₃ que lograron los mayores promedios con 1,29; 1,27 y 1.25 de larvas muertas respectivamente, superando al T₁ que obtuvo 1,08 de promedio de larvas muertas.

Cuadro 28. Análisis de varianza de número de larvas muertas.

Cuartas evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0032	0,0010	1,2294	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,1308	0,4360	49,9531	3,86 6,99 **
Error	9	0,0078	0,0008		
Total	15	0,1418			

CV: 2,403%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 28, del ANVA para la variable número de larvas muertas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 2,403% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 29. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Cuarta evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,37	a
2	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,24	b
3	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,19	c
4	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,12	d

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 29, se aprecia que el tratamiento T₁ logró los mayores promedios con 1,37 superando estadísticamente al resto y en el segundo lugar el T₄ con 1,24 de larvas muertas respectivamente, superando al T₃ y T₂ que obtuvieron promedios de 1,19 y 1,12 respectivamente.

Cuadro 30. Análisis de varianza de número de larvas muertas.

Quinta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,0076	0,0025	3,7721	3,86	6,99 ns
Tratamientos	3	0,0920	0,0306	45,5703	3,86	6,99 **
Error	9	0,0060	0,0006			
Total	15	0,1056				

CV: 2,128%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 30, del ANVA para la variable número de larvas muertas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 2,128% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 31. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Quinta evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,40	a
2	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,26	a b
3	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,22	b
4	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,10	c

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 31, se aprecia que el tratamiento T₁ logró el mayor promedio con 1,40 superando estadísticamente al resto y en el segundo lugar el T₄ con 1,26 de larvas muertas respectivamente, superando al T₃ y T₂ que obtuvieron promedios de 1,22 y 1,10 respectivamente

Cuadro 32. Análisis de varianza de número de larvas Muertas. Sexta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0013	0,0004	0,2401	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,1123	0,0374	20,0554	3,86 6,99 **
Error	9	0,0168	0,0018		
Total	15	0,1304			

CV: 3,436%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 32, del ANVA para la variable número de larvas muertas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 3,436% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 33. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Sexta evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,34	a
2	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,31	a b
3	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,26	b
4	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,12	c

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 33 de larvas muertas, se aprecia que el tratamiento T₁ y T₄ lograron los mayores promedios con 1,34 y 1,31 de larvas muertas respectivamente, superando al T₃ y T₂ que obtuvieron promedios de 1,26 y 1,12 larvas muertas respectivamente.

Cuadro 34. Análisis de varianza de número de larvas Muertas.

Séptima evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0032	0,0011	1,2293	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,1308	0,0436	49,9532	3,86 6,99 **
Error	9	0,0078	0,0008		
Total	15	0,1418			

CV: 2,403%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 34, del ANVA para la variable número de larvas muertas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 2,403% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 35. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Séptima evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,37	a
2	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,24	b
3	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,19	c
4	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,12	d

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 35 de la Prueba de Duncan al 95% de confiabilidad se aprecia que el tratamiento T₁ supero estadísticamente al resto con 1,37; en el segundo lugar se ubicó el T₄ con 1,24 de larvas muertas, el tratamiento T₃ obtuvo un promedio de 1,19 y por último el promedio del tratamiento T₂ con 1,12 de larvas muertas.

Cuadro 36. Análisis de varianza de número de larvas Muertas.

Octava evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0011	0,0003	0,2733	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0915	0,0305	22,6891	3,86 6,99 **
Error	9	0,0120	0,0013		
Total	15	0,1046			

CV: 2,939%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 36, del ANVA para la variable número de larvas muertas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 2,939 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 37. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Octava evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,35	a
2	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,27	b
3	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,23	b
4	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,14	c

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 37 de la prueba de Duncan se aprecia que el tratamiento T₁ supero estadísticamente al resto con 1,35, en el segundo lugar se ubicaron los tratamiento T₄ y T₃ con 1,27 y 1,23 de larvas muertas respectivamente, el tratamiento T₂ obtuvo un promedio de 1,14 de larvas muertas.

Cuadro 38. Análisis de varianza de número de larvas Muertas.

Novena evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0152	0,0050	2,5141	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,1686	0,0562	27,8032	3,86 6,99 **
Error	9	0,0181	0,0002		
Total	15	0,2029			

CV: 3,576%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 38, del ANVA para la variable número de larvas muertas resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 3,576% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

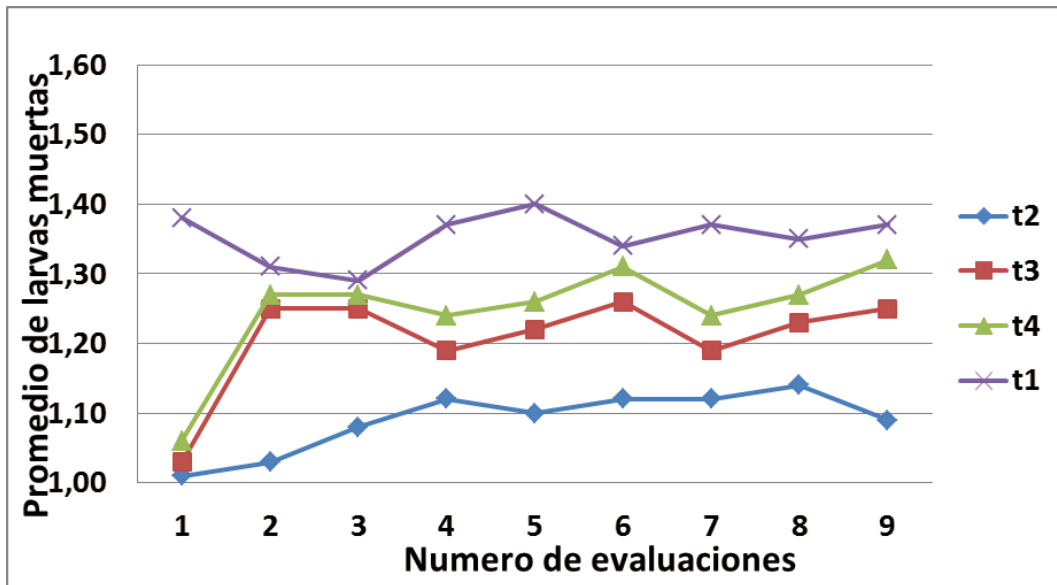
Cuadro 39. Prueba de significación de Duncan número de larvas muertas. Novena evaluación.

O.M.	Tratamientos	Promedio	Significación α 0,05
1	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	1,37	a
2	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	1,32	a b
3	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	1,25	b
4	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	1,09	c

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 39 de larvas muertas, se aprecia que el tratamiento T₁ y T₄ lograron los mayores promedios con 1,37 y 1,32 de larvas muertas respectivamente, superando al T₃ con un promedio de 1,25 y al T₂ que obtuvo un promedio de 1,09 larvas muertas.



Leyenda: T₁ testigo químico(Sunfire® 240 SC); T₂ *Beauveria bassiana*(SENASA) ; T₃ *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM) 3 y T₄ *Beauveria bassiana* + *Bacillus thuringiensis*.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2. Número de larvas muertas registradas durante las 9 evaluaciones.

5.3.3. Pupas vivas

Cuadro 40. Análisis de varianza de número pupas vivas. Primera evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0063	0,0021	0,6041	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0067	0,0022	0,6423	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0313	0,0034		
Total	15	0,0443			

CV: 5,488%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 40, del ANVA para la variable número de pupas vivas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 5,488% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 41. Análisis de varianza de número pupas vivas. Segunda evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0073	0,0024	0,7331	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0040	0,0013	0,4071	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0299	0,0033		
Total	15	0,0412			

CV: 5,569%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 41, del ANVA para la variable número de pupas vivas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 5,569% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 42. Análisis de varianza de número pupas vivas. Tercera evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0012	0,0004	0,2292	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0024	0,0008	0,4603	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0162	0,0018		
Total	15	0,0198			

CV: 4,146%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 42, del ANVA para la variable número de pupas vivas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 4,146 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 43. Análisis de varianza de número pupas vivas. Cuarta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0073	0,0024	0,7331	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0040	0,0013	0,4233	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0299	0,0033		
Total	15	0,0412			

CV: 5,569%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 43, del ANVA para la variable número de pupas vivas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 5,569% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 44. Análisis de varianza de número pupas vivas. Quinta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0046	0,0015	0,6381	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0129	0,0043	1,7742	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0219	0,0024		
Total	15	0,0394			

CV: 4,514%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 44, del ANVA para la variable número de pupas vivas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 4,514% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 45. Análisis de varianza de número pupas vivas. Sexta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0096	0,0032	1,0812	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0014	0,0004	0,1534	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0266	0,0029		
Total	15	0,0376			

CV: 5,144%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 45, del ANVA para la variable número de pupas vivas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 5,144% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 46. Análisis de varianza de número pupas vivas. Séptima evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0030	0,0010	0,204	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0030	0,0010	0,204	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0447	0,0049		
Total	15	0,0507			

CV: 6,649%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 46, del ANVA para la variable número de pupas vivas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 6,649% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 47. Análisis de varianza de número pupas vivas. Octava evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0036	0,0012	0,302	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0261	0,0008	0,215	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0363	0,0040		
Total	15	0,0420			

CV: 5,144%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 47, del ANVA para la variable número de pupas vivas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 5,144% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 48. Análisis de varianza de número pupas vivas. Novena evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0036	0,0012	0,3026	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0026	0,0008	0,2159	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0363	0,0040		
Total	15	0,04265			

CV: 6,007%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 48, del ANVA para la variable número de pupas vivas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 6,007% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

5.3.4. NÚMERO DE PUPAS MUERTAS

Cuadro 49. Análisis de varianza de número pupas muertas. Primera evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0005	0,0002	0,0790	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0017	0,0006	0,2912	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0176	0,0019		
Total	15	0,0198			

CV: 4,309%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 49, del ANVA para la variable número de pupas muertas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 4,309 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 50. Análisis de varianza de número pupas muertas.

Segunda evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0054	0,0018	1,1781	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0004	0,0002	0,1007	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0139	0,0015		
Total	15	0,0197			

CV: 3,847%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 50, del ANVA para la variable número de pupas muertas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 3,847 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 51. Análisis de varianza de número pupas muertas. Tercera evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0056	0,0019	1,2851	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0004	0,0002	0,1434	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0131	0,0015		
Total	15	0,0191			

CV: 3,748%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 51, del ANVA para la variable número de pupas muertas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 3,748 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 52. Análisis de varianza de número pupas muertas. Cuarta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0039	0,0013	0,4752	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0026	0,0008	0,3231	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0247	0,0027		
Total	15	0,0312			

CV: 5,076%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 52, del ANVA para la variable número de pupas muertas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 5,076% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 53. Análisis de varianza de número pupas muertas. Quinta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0017	0,0005	0,5781	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0029	0,0009	1,0003	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0089	0,0009		
Total	15	0,0135			

CV: 3,097%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 53, del ANVA para la variable número de pupas muertas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 3,097% y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 54. Análisis de varianza de número pupas muertas. Sexta evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0075	0,0025	1,0342	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0027	0,0009	0,3801	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0218	0,0024		
Total	15	0,0320			

CV: 4,776%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 54, del ANVA para la variable número de pupas muertas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 4,776 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 55. Análisis de varianza de número pupas muertas. Séptima evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0005	0,0001	0,0853	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0017	0,0005	0,3138	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0164	0,0018		
Total	15	0,0186			

CV: 4,128%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 55, del ANVA para la variable número de pupas muertas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 4,128 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 56. Análisis de varianza de número pupas muertas. Octava evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0006	0,0002	0,0665	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0006	0,0002	0,0665	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0281	0,0031		
Total	15	0,0293			

CV: 5,421%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 56, del ANVA para la variable número de pupas muertas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 5,421 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

Cuadro 57. Análisis de varianza de número pupas muertas. Novena evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	0,0006	0,0002	0,0698	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	0,0018	0,0006	0,2090	3,86 6,99 ns
Error	9	0,0268	0,0029		
Total	15	0,0292			

CV: 5,299%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 57, del ANVA para la variable número de pupas muertas resultó no significativo entre bloques, asimismo para los tratamientos no se encontró diferencias estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 5,299 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo.

5.3.5. GRADO DE DAÑO EN LA HOJA

Prueba de Friedman (x_r^2) para el grado daño en la hoja (Primera evaluación).

H_0 : Las observaciones de los tratamientos son idénticos en el grado de daño.

H_a : Por lo menos un tratamiento es diferente en el grado de daño.

α : 0,05

Estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum r_i^2 - 3b(t+1)$$

Región crítica:

Se rechaza la H_0 si: $x_r^2 > x_\alpha^2$

$$X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}): 7,815$$

Cálculo de la estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{4(4)(5)} (1,25^2 + 4,00^2 + 2,63^2 + 2,13^2) - 3(4)(5) = 10,026$$

El estadístico de prueba $xr^2 = 10,026$. El valor de la tabla de para un nivel de significación del 5% es $X^2_{(0,05)}(3 \text{ gl}) = 7,815$ como el estadístico de prueba resulta mayor que el valor de la tabla se rechaza la H_0 . En conclusión, existe suficiente evidencia estadística para señalar que los tratamientos tienen efectos diferentes.

Cuadro 58. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja.

Tratamientos	Rango promedio	Significación 0,05
T ₂	1,90	a
T ₃	1,65	b
T ₄	1,60	b
T ₁	1,48	c

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de DLS (Diferencia de Limite de Significación) de promedios de rangos de tratamientos para la evaluación de grado de daño se observa que el tratamiento T₂ fue estadísticamente superior al resto con 1,90, seguidos de los tratamientos T₃ y T₄ 1,65 y 1,60 respectivamente con el menor rango promedio fue el T₁, con 1,48.

Prueba De Friedman (x_r^2) para el grado en la hoja (Segunda evaluación).

H_0 : Las observaciones de los tratamientos son idénticos en el grado de daño.

H_a : Por lo menos un tratamiento es diferente en el grado de daño.

α : 0,05

Estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum r_i^2 - 3b(t+1)$$

Región crítica:

Se rechaza la H_0 si: $x_r^2 > x_\alpha^2$

$$X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}): 7,815$$

Cálculo de la estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{4(4)(5)} (2,25^2 + 4,00^2 + 1,63^2 + 2,13^2) - 3(4)(5) = 8,132$$

El estadístico de prueba $x_r^2 = 8,132$. El valor de la tabla de para un nivel de significación del 5% es $X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}) = 7,815$ como el estadístico de

prueba resulta menor que el valor de la tabla se rechaza la H_0 . En conclusión, existe suficiente evidencia estadística para señalar que los tratamientos tienen efectos diferentes.

Cuadro 59. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja.

Tratamientos	Rango promedio	Significación 0,05
T ₂	1,98	a
T ₄	1,33	b
T ₁	1,33	b
T ₃	1,25	b

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de DLS (Diferencia de Limite de Significación) de promedios de rangos de tratamientos para la evaluación de grado de daño se observa que el tratamiento T₂ fue estadísticamente superior al resto con 1,98, seguidos de los tratamientos T₃ y T₄ con 1,33 respectivamente con el menor rango promedio fue el T₁ con 1,25.

Prueba de Friedman (x_r^2) para el grado en la hoja (Tercera evaluación).

H_0 : Las observaciones de los tratamientos son idénticos en el grado de daño.

H_a : Por lo menos un tratamiento es diferente en el grado de daño.

α : 0,05

Estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum r_i^2 - 3b(t+1)$$

Región crítica:

Se rechaza la H_0 si: $x_r^2 > x_\alpha^2$

$$X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}): 7,815$$

Cálculo de la estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{4(4)(5)} (1,50^2 + 4,00^2 + 3,00^2 + 1,50^2) - 3(4)(5) = 10,800$$

El estadístico de prueba $x_r^2 = 10,800$. El valor de la tabla de para un nivel de significación del 5% es $X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}) = 7,815$ como el estadístico de prueba resulta mayor que el valor de la tabla se rechaza la H_0 . En

conclusión, existe suficiente evidencia estadística para señalar que los tratamientos tienen efectos diferentes.

Cuadro 60. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja.

Tratamientos	Rango promedio	Significación 0,05
T ₂	2,05	a
T ₄	1,57	b
T ₁	1,40	b
T ₃	1,38	b

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de DLS (Diferencia de Limite de Significación) de promedios de rangos de tratamientos para la evaluación de grado de daño se observa que el tratamiento T₂ fue estadísticamente superior al resto con 2,05, seguidos de los tratamientos T₄, T₁ y T₃ con 1,57; 1,40 y 1,38 respectivamente.

Prueba de Friedman (x_r^2) para el grado en la hoja (Cuarta evaluación).

H_0 : Las observaciones de los tratamientos son idénticos en el grado de daño.

H_a : Por lo menos un tratamiento es diferente en el grado de daño.

α : 0,05

Estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum r_i^2 - 3b(t+1)$$

Región crítica:

Se rechaza la H_0 si: $x_r^2 > x_\alpha^2$

$$X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}): 7,815$$

Cálculo de la estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{4(4)(5)} (1,13^2 + 4,00^2 + 3,00^2 + 1,88^2) - 3(4)(5) = 11,769$$

El estadístico de prueba $x_r^2 = 11,769$. El valor de la tabla de para un nivel de significación del 5% es $X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}) = 7,815$ como el estadístico de prueba resulta mayor que el valor de la tabla se rechaza la H_0 . En

conclusión, existe suficiente evidencia estadística para señalar que los tratamientos tienen efectos diferentes.

Cuadro 61. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja.

Tratamientos	Rango promedio	Significación 0,05
T ₂	2,03	a
T ₄	1,45	b
T ₁	1,30	b c
T ₃	1,23	c

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de DLS (Diferencia de Limite de Significación) de promedios de rangos de tratamientos para la evaluación de grado de daño se observa que el tratamiento T₂ fue estadísticamente superior al resto con 2,03, seguidos de los tratamientos T₄ y T₁ con 1,45 y 1,30 respectivamente con el menor rango promedio fue el T₃, con 1,23.

Prueba de Friedman (χ^2) para el grado en la hoja (Quinta evaluación).

H_0 : Las observaciones de los tratamientos son idénticos en el grado de daño.

H_a : Por lo menos un tratamiento es diferente en el grado de daño.

α : 0,05

Estadística de prueba:

$$\chi^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum r_i^2 - 3b(t+1)$$

Región crítica:

Se rechaza la H_0 si: $\chi_r^2 > \chi_\alpha^2$

$$\chi^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}): 7,815$$

Cálculo de la estadística de prueba:

$$\chi^2 = \frac{12}{4(4)(5)} (1,63^2 + 4,00^2 + 2,38^2 + 2,00^2) - 3(4)(5) = 8,750$$

El estadístico de prueba $\chi^2 = 8,750$. El valor de la tabla de para un nivel de significación del 5% es $\chi^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}) = 7,815$ como el estadístico de prueba resulta mayor que el valor de la tabla se rechaza la H_0 . En

conclusión, existe suficiente evidencia estadística para señalar que los tratamientos tienen efectos diferentes.

Cuadro 62. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja.

Tratamientos	Rango promedio	Significación 0,05
T ₂	2,20	a
T ₄	1,47	b
T ₁	1,43	b
T ₃	1,38	b

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de DLS (Diferencia de Limite de Significación) de promedios de rangos de tratamientos para la evaluación de grado de daño se observa que el tratamiento T₂ fue estadísticamente superior al resto con 2,20, seguidos de los tratamientos T₄, T₁ y T₃ con 1,47; 1,43 y 1,38 respectivamente.

Prueba de Friedman (χ_r^2) para el grado en la hoja (Sexta evaluación)

H_0 : Las observaciones de los tratamientos son idénticos en el grado de daño.

H_a : Por lo menos un tratamiento es diferente en el grado de daño.

α : 0,05

Estadística de prueba:

$$\chi_r^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum r_i^2 - 3b(t+1)$$

Región crítica:

Se rechaza la H_0 si: $\chi_r^2 > \chi_{\alpha}^2$

$$\chi_{(0,05)}^2 (3 \text{ gl}): 7,815$$

Cálculo de la estadística de prueba:

$$\chi_r^2 = \frac{12}{4(4)(5)} (1,75^2 + 4,00^2 + 2,63^2 + 1,63^2) - 3(4)(5) = 9,324$$

El estadístico de prueba $\chi_r^2 = 9,324$. El valor de la tabla de para un nivel de significación del 5% es $\chi_{(0,05)}^2 (3 \text{ gl}) = 7,815$ como el estadístico de prueba resulta mayor que el valor de la tabla se rechaza la H_0 . En

conclusión, existe suficiente evidencia estadística para señalar que los tratamientos tienen efectos diferentes.

Cuadro 63. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja.

Tratamientos	Rango promedio	Significación 0,05
T ₂	2,63	a
T ₃	1,45	b
T ₄	1,38	b
T ₁	1,35	b

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de DLS (Diferencia de Limite de Significación) de promedios de rangos de tratamientos para la evaluación de grado de daño se observa que el tratamiento T₂ fue estadísticamente superior al resto con 2,63, seguidos de los tratamientos T₃, T₄ y T₁ con 1,45; 1,38 y 1,35 respectivamente.

Prueba de Friedman (χ^2) para el grado en la hoja (Séptima evaluación).

H_0 : Las observaciones de los tratamientos son idénticos en el grado de daño.

H_a : Por lo menos un tratamiento es diferente en el grado de daño.

α : 0,05

Estadística de prueba:

$$\chi^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum r_i^2 - 3b(t+1)$$

Región crítica:

Se rechaza la H_0 si: $\chi_r^2 > \chi_{\alpha}^2$

$$\chi^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}): 7,815$$

Cálculo de la estadística de prueba:

$$\chi^2 = \frac{12}{4(4)(5)} (1,38^2 + 4,00^2 + 2,50^2 + 2,13^2) - 3(4)(5) = 9,750$$

El estadístico de prueba $\chi^2 = 9,750$. El valor de la tabla de para un nivel de significación del 5% es $\chi^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}) = 7,815$ como el estadístico de prueba resulta mayor que el valor de la tabla se rechaza la H_0 . En

conclusión, existe suficiente evidencia estadística para señalar que los tratamientos tienen efectos diferentes.

Cuadro 64. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja.

Tratamientos	Rango promedio	Significación 0,05
T ₂	1,93	a
T ₃	1,28	b
T ₄	1,23	b
T ₁	1,18	b

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de DLS (Diferencia de Limite de Significación) de promedios de rangos de tratamientos para la evaluación de grado de daño se observa que el tratamiento T₂ fue estadísticamente superior al resto con 1,93, seguidos de los tratamientos T₃, T₄ y T₁ con 1,28; 1,23 y 1.18 respectivamente.

Prueba de Friedman (x_r^2) para el grado en la hoja (Octava evaluación).

H_0 : Las observaciones de los tratamientos son idénticos en el grado de daño.

H_a : Por lo menos un tratamiento es diferente en el grado de daño.

α : 0,05

Estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum r_i^2 - 3b(t+1)$$

Región crítica:

Se rechaza la H_0 si: $x_r^2 > x_{\alpha}^2$

$$X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}): 7,815$$

Cálculo de la estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{4(4)(5)} (1,63^2 + 4,00^2 + 2,25^2 + 2,13^2) - 3(4)(5) = 9,818$$

El estadístico de prueba $x_r^2 = 9,818$. El valor de la tabla de para un nivel de significación del 5% es $X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}) = 7,815$ como el estadístico de prueba resulta mayor que el valor de la tabla se rechaza la H_0 . En

conclusión, existe suficiente evidencia estadística para señalar que los tratamientos tienen efectos diferentes.

Cuadro 65. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja.

Tratamientos	Rango promedio	Significación 0,05
T ₂	1,95	a
T ₃	1,40	b
T ₄	1,35	b
T ₁	1,30	b

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de DLS (Diferencia de Limite de Significación) de promedios de rangos de tratamientos para la evaluación de grado de daño se observa que el tratamiento T₂ fue estadísticamente superior al resto con 1,95; seguidos de los tratamientos T₃, T₄ y T₁ con 1,40; 1,35 y 1,30 respectivamente.

Prueba de Friedman (x_r^2) para el grado en la hoja (Novena evaluación).

H_0 : Las observaciones de los tratamientos son idénticos en el grado de daño.

H_a : Por lo menos un tratamiento es diferente en el grado de daño.

α : 0,05

Estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum r_i^2 - 3b(t+1)$$

Región crítica:

Se rechaza la H_0 si: $x_r^2 > x_{\alpha}^2$

$$X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}): 7,815$$

Cálculo de la estadística de prueba:

$$x_r^2 = \frac{12}{4(4)(5)} (1,63^2 + 4,00^2 + 2,25^2 + 2,13^2) - 3(4)(5) = 8,132$$

El estadístico de prueba $x_r^2 = 8,132$ El valor de la tabla de para un nivel de significación del 5% es $X^2_{(0,05)} (3 \text{ gl}) = 7,815$ como el estadístico de prueba resulta mayor que el valor de la tabla se rechaza la H_0 . En

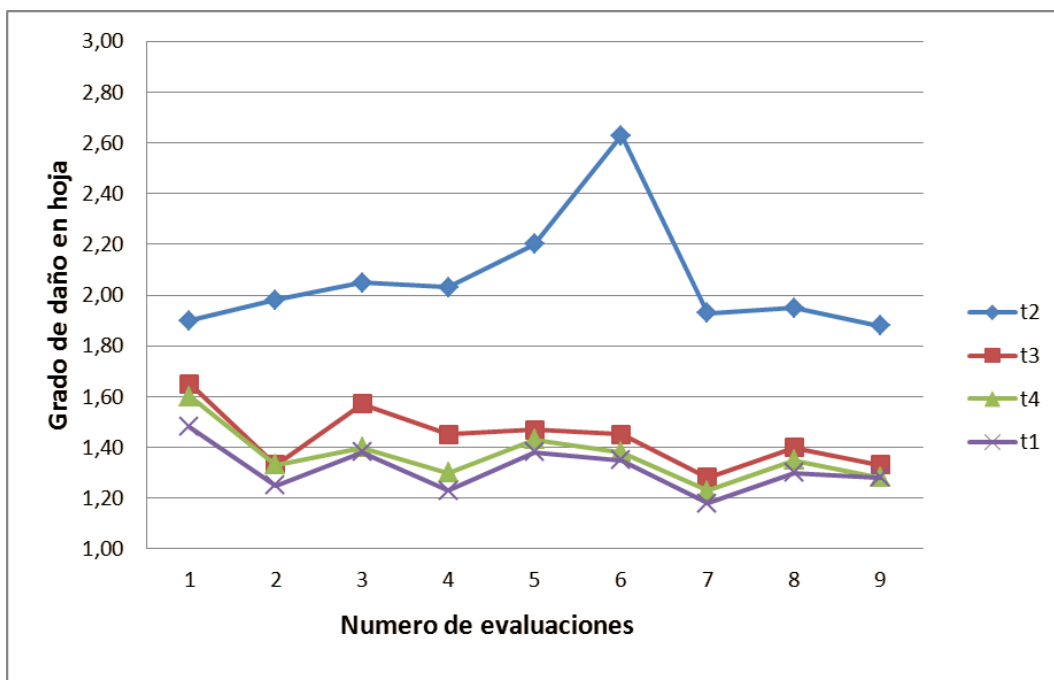
conclusión, existe suficiente evidencia estadística para señalar que los tratamientos tienen efectos diferentes.

Cuadro 66. Prueba de comparación de promedios DLS y suma de rangos para grado de daño en la hoja.

Tratamientos	Rango promedio	Significación 0,05
T ₂	1,88	a
T ₃	1,33	b
T ₄	1,28	b
T ₁	1,28	b

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de DLS (Diferencia de Limite de Significación) de promedios de rangos de tratamientos para la evaluación de grado de daño se observa que el tratamiento T₂ fue estadísticamente superior al resto con 1,88, seguido del tratamiento T₃ con 1,33, los tratamientos T₄ y T₁, obtuvieron un promedio de 1,28 respectivamente.



Leyenda: T₁ testigo químico (Sunfire® 240 SC); T₂ *Beauveria bassiana* (SENASA) ; T₃ *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM) 3 y T₄ *Beauveria bassiana* + *Bacillus thuringiensis*.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Grado de daño en la hoja registradas durante las 9 evaluaciones.

5.3.6. Rendimiento (t/ha)

Cuadro 67. Análisis de varianza de rendimiento (t/ha).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular 0,05 0,01
Bloques	3	17,3662	5,7882	3,0423	3,86 6,99 ns
Tratamientos	3	40,0112	13,3371	7,0122	3,86 6,99 **
Error	9	17,1201	1,9021		
Total	15	74,4975			

CV: 5,582%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 67, del ANVA para el rendimiento de la inflorescencia resultó no significativo entre bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas, El coeficiente de variabilidad fue de 5,582 % y es un indicador estadístico que mide la variabilidad de los resultados de una investigación, lo que es un indicador de validez y consistencia de los resultados por lo tanto hay precisión en el ensayo. Para determinar cuál es el mejor tratamiento se procede a realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 68. Prueba de significación de Duncan de rendimiento de la inflorescencia (t/ha).

O.M.	Tratamientos	Promedio t/ha	Significación α 0,05
1	T ₁ Testigo químico(Sunfire® 240 SC)	26,17	a
2	T ₄ <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	25,91	a
3	T ₃ <i>Bacillus thuringiensis</i> (BioSpore 6.4% PM)	24,55	a
4	T ₂ <i>Beauveria bassiana</i>	22,18	b

Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 68, de la prueba de Duncan se aprecia que el tratamiento T₁ y T₄ superaron estadísticamente al resto con 26,17 y 25,91 t/ha respectivamente, en el tercer lugar se ubicó el T₃ con 24,55 t/ha, el tratamiento T₂ obtuvo el menor promedio con 22,18 t/ha.

5.4. DISCUSION DE RESULTADOS

En su investigación (Alvarez y Rojas, 1997) concluyeron que al inicio del cultivo, la población es baja; en las etapas de formación de copa y de cabeza ocurre una multiplicación rápida de la plaga, alcanzando picos poblacionales al final del cultivo. La captura de adultos de *Plutella xylostella* en trampas de agua cebadas con feromona es un indicativo de la infestación durante el cultivo. En un estudio se contabilizó semanalmente el número de adultos capturados en diez trampas, durante cuatro ciclos de siembra consecutivos, se pudo observar que la población de la palomilla es fluctuante a través del cultivo pero que tiende a incrementarse hacia el final del mismo. También es notorio como las siembras escalonadas favorecen la permanencia y persistencia de dorso de diamante en los parcelas de esta crucífera.

La investigación realizada por (Carballo y Hruska, 1989), Establecieron diferentes niveles de daño para las etapas de crecimiento del repollo. Para la primera etapa, el nivel de daño es de 0,5 unidades larvales por planta, equivalente a 5 larvas de *Plutella xylostella* a por planta. Para la segunda etapa que es más tolerante al daño, el nivel es de 3 unidades larvales, equivalente a 13 larvas por planta. En la etapa temprana y tardía de formación de cabeza, que es la más crítica, el nivel de daño es de 0,5

unidades larvales, equivalente a 5 larvas de *Plutella xylostella* por planta. Varios autores han comprobado que las aplicaciones de insecticidas en las primeras etapas de desarrollo pueden ser omitidas pues la infestación de plagas en esta época no afecta los rendimientos. Lo que no puede omitirse es la protección durante la época del pre cabeceo, porque las pérdidas pueden superar el 15%. En estos momentos, la protección con *Bacillus thuringiensis* da buenos resultados contra la polilla de las crucíferas especialmente.

Comentan (Fernández, 2000) que las aplicaciones de *Beauveria bassiana* en el campo inducen epizootias que pueden reducir poblaciones de la polilla, afectando los estados de larva, pupa y adulto.

Considera a este hongo (Fernández, 2000) como una herramienta para el manejo de dorso de diamante y recomiendan estudios que permitan establecer la época de aplicación, el efecto sobre otras plagas de las crucíferas y sobre los enemigos naturales en el sistema, también considera que el uso de *Beauveria bassiana* en viveros o germinadores, puede ser una herramienta importante en un programa de manejo de *Plutella xylostella*, al proveer transplante libres de infestación, ofreciendo ventajas a los productores de plántulas y a los cultivadores. Indica este

mismo autor, que con la aplicación del formulado comercial Mycofol @ wp de este hongo en semilleros de repollo, consiguió un buen control y una persistencia hasta por dos semanas. (Vandenberg et al 1998), demostraron con dos cepas comerciales de *Beauveria bassiana* que este hongo puede hacer un control significativo cuando es aplicado en repollo dirigido al segundo, tercero y cuarto instar larval de la polilla dorso de diamante. Las larvas infectadas con el hongo cesan su alimentación a las pocas horas después de expuestas.

En su investigación titulada “Efectividad de *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis* para el control de la polilla de las crucíferas *Plutella xylostella* en el cultivo de brócoli” (Coaquira, 2005) logro resultados que evidenciaron que la bacteria *Bacillus thuringiensis* logro una eficacia del 50,20% en el control de la *Plutella xylostella* y a la vez se logró un rendimiento de 23,75 toneladas por hectáreas. Con respecto a bacteria *Bacillus thuringiensis* tiene su máxima eficacia contra larvas jóvenes por lo que se debe aplicar tan pronto como se detecten las primeras larvas. Las aguas óptimas a utilizar deben encontrarse con un pH entre 5,5 y 7,0 y de una dureza inferior a 130 ppm, expresada como carbonato de calcio. No existe periodo de reingreso y ni de aplicación previo a la cosecha. Adicionalmente, la bacteria no es compatible con compuestos altamente

alcalinos. Sin embargo, es compatible con un amplio rango de acaricidas, insecticidas, fungicidas, adherentes.

La publicación de numerosos artículos que aluden la confirmación de la posible aparición de resistencia a *Bacillus thuringiensis* significó y aun significa un problema potencial o sencillamente un hecho para algunos cultivadores de crucíferas a nivel mundial. Inicialmente, la pérdida de sensibilidad de los insectos a productos a base de *Bt*, estaba limitado a algunos registros relacionados con lepidópteros plagas de almacén, específicamente *Plodia interpunctella* (Hübner) (Mc Gaughey, 1985). Más tarde han aparecido reportes provenientes mayormente de países asiáticos (Uk, 1994; Talekar, 1990) y de diversas regiones de E.U.A (Talekar, 1990).

Muchos autores concuerdan en los mecanismos biológicos presentes en *P. xylostella*, relacionados con la aparición de resistencia. Este se plantea, que es muy similar al encontrado en *P. interpunctella*, y que en esencia se basa en la reducción de la afinidad de la membrana del mesenterum del insecto a la toxina de *B. thuringiensis* (Gould, 1991; Van Rie, 1990 y Cols, 1990). Además, la resistencia cruzada también es posible entre cepas y formulaciones de esta bacteria, con particular

énfasis, en aquellas cepas pertenecientes a un mismo serotipo (Tabashnik et al. 1991). A pesar de esto, *B. thuringiensis* continua siendo un eslabón clave para la lucha contra *P. xylostella* a nivel mundial (Talekar, 1995), aunque ya se perfilan muchas estrategias que persiguen un uso más racional de esta bacteria, mayormente basados en la utilización de umbrales de daños, aplicación en mezcla con algunos plaguicidas químicos, su uso de acuerdo a los niveles de biocontrol ejercidos por otros agentes, etc. Algo que en realidad deberá formar parte activa en pocos años en el biocontrol de *P. xylostella* con *B.t*, lo constituye el monitoreo de resistencia a productos a base de este microorganismo, debido a la importancia de estos insecticidas para los cultivadores (Plapp et al. 1990).

La situación inherente a la resistencia a *Bt* en el neotrópico es algo que al parecer no representa una dificultad por el momento o los estudios relacionados con este aspecto no han sido abordados de manera apreciable en la literatura. No obstante esta situación puede estar vinculada mayormente al respaldo limitado de las investigaciones en algunas zonas del área, lo cual impide a su vez el desarrollo de experiencias en ésta temática.

El uso de otros microorganismos en el control de *Plutella xylostella* se ha visto ampliamente superado por el empleo de *Bt*, aunque se conoce del registro, y en algunos casos el empleo como alternativa de lucha, de hongos entomopatógenos como *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise), *Metarhizium anisopliae* Metch. y sus mezclas con *Bt*. (Blanco, 1995). Allam (1990), sugiere la aplicación de los hongos *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. e *Hirsutella* sp. como alternativas para lograr un control permanente de *Plutella xylostella*.

Se realizó un estudio de niveles de resistencia de *Plutella xylostella* (L.) a tres insecticidas en varias localidades de la zona central de Chile. Se estudió la resistencia de tres poblaciones de la polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.), a deltametrina, endosulfán y metamidofos, colectadas en tres localidades de la zona central de Chile (Isla de Maipo, Curacaví, Malloa y La Pintana). Se determinó la existencia de una resistencia relativamente baja a deltametrina en Isla de Maipo y Curacaví, zonas productoras de crucíferas cercanas a la Región Metropolitana. Los niveles de resistencia detectados fueron muy inferiores a aquellos desarrollados por *Plutella xylostella* en los EE.UU. y países tropicales. Las concentraciones comerciales recomendadas para cada uno de los insecticidas estudiados fueron en general, suficientes para obtener

niveles aceptables de mortalidad. Endosulfán y metamidofos fueron los productos comparativamente más efectivos para el control de *Plutella xylostella* (Araya et al 1997).

En su investigación titulada “Efectividad de *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis* para el control de la polilla de las crucíferas *Plutella xylostella* en el cultivo de brócoli” (Coaquira, 2005) logro resultados los cuales evidenciaron que la bacteria *Bacillus thuringiensis* logro el mayor rendimiento con el tratamiento y *Bacillus thuringiensis* + *Metarhizium anisopliae* con 25,06 t/ha, seguido del tratamiento solo a base de *Bacillus thuringiensis* con 23,75 t/ha estos resultados son inferiores a los obtenidos en la presente investigación. *Bacillus thuringiensis* destaca por su alto grado de toxicidad para los insectos por lo cual sus llamados cry genes que codifican delta-endotoxinas se han introducido en diversas plantas genéticamente modificadas. Las nuevas generaciones de productos biológicos a base de hongos entomopatógenos infectan los insectos sin la necesidad de que sean ingeridos como en el caso de *Bacillus thuringiensis*.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de la presente investigación se concluye lo siguiente:

1. Los tratamientos a base de *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM) y *Beauveria bassiana* (SENASA) + *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM) fueron los que lograron un mayor efecto en el control de larvas de *Plutella xylostella*, al igual que el testigo químico, con respecto al número de pupas no se halló significación estadísticas.

2. Para el grado daño en la hoja se observó que los tratamiento a base de *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM) y *Beauveria bassiana* + *Bacillus thuringiensis* obtuvieron un menor grado de daño ya que en su mayoría no presentaban comeduras y raspaduras.

3. Los tratamientos a base de *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM) y *Beauveria bassiana* + *Bacillus thuringiensis*) obtuvieron el mayor rendimiento con 24,55 t/ha y 25,91 t/ha respectivamente, al igual que el Testigo químico (Sunfire® 240 SC) el cual obtuvo 26,17 t/ha, lo cual indica

que fueron estadísticamente similares, en comparación al tratamiento de *Beauveria bassiana* que obtuvo 22,18 t/ha.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar los tratamientos a base de *Bacillus thuringiensis* (BioSpore 6.4% PM) 7 kg/ha, puesto que tuvieron efecto positivos en el control polilla de las Crucíferas (*Plutella xylostella* L.)
2. Se recomienda utilizar *Bacillus thuringiensis* a diferentes dosis para poder obtener el óptimo.
3. Repetir el ensayo en otras zonas `productoras de brócoli como ser Pocollay, Calana y Pachía.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Alvarez, J.; Rojas, L. 1997. Distribución, incidencia y daño de *Plutella xylofella* en el Oriente antioqueño. Tesis de grado, Administración de empresas agropecuarias, Universidad Católica de Oriente.
2. Abbott Laboratories 1993, DIPEL: Insecticida Biológico, Folleto Abbott laboratories. Colombia.
3. Alves, S. B. 1986, Control microbiano de insectos. Segunda. Manole.
4. Alves, S. B. 1998. Control microbiano de insectos. Segunda edición Fundación de Estudios Agrarios Luiz de Queiroz, Piracicaba, Brazil.
5. Anson Helfer, N. M. 1996, "Suceptibilidad de larvas de *Plutella xylostella* a *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis* en Brocoli".

6. Araya et al (1997) niveles de resistencia de *Plutella xylostella* (L.) a tres insecticidas en varias localidades de la zona central de Chile
Se estudió la resistencia de tres poblaciones de la polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.), a deltametrina, endosulfán y metamidofos.
7. Bing, L. A., y L. C. Lewis. 1993. Occurrence of the entomopathogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin in different tillage regimes and in *Zea mays* L. and virulence towards *Ostrinia nubilalis* (Hübner). Agric. Ecosys. Envirom.
8. Blanco. R. E.; Massó, V. Elina; Trujillo Zoila. 1995. Propuesta de manejo integrado de *Plutella xylostella* (L.) en el cultivo de la col. En: Memorias del III Evento de Bioplaguicidas y III Evento ExpoCREE. INISAV.
9. Carrero, J. 1996. Lucha Integrada contra las Plagas Agrícolas y Forestales. Mundi Prensa. Madrid, España. 256 p.
10. Carballo, M.; Hruska, A. 1989. Periodos críticos de protección y efecto de la infestación de *Plutella xylostella* (L.) (Lepi-doptera:

Plutellidae) sobre el rendimiento del repollo. Manejo Integrado de Plagas Costa Rica (CATIE) No. 14 p. 46-60.

11. Cañarte, E. 2000. Oportunidad de los insecticidas vegetales en el manejo racional de cultivos rentables. Simposio Internacional de Manejo Racional de Insecticidas. Chillán, Chile. pp. 24-47.
12. Charnley, A. K. 1991. Mechanisms of fungal pathogenesis in insects with particular reference to locusts. En: Biological Control of Locust and Grasshoppers (Proceedings of a Workshop held at the International Institute of Tropical Agriculture, Cotonou. Editado por Lomer C. J. y Prior C. C A B International.
13. Coaquira Holguin, E. Y. , 2005. Efectividad de *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis var. kurstaki*, para el control de la polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella*) en el cultivo de brocoli. Tacna.
14. COLPROCAH (Colegio de Profesionales en Ciencias Agrícolas de Honduras). 1996. Manejo de Plaguicidas Botánicos. Honduras. 15 p.

15. Debach, P. y D. Rosen. 1991. Biological control by natural enemies. Cambridge university Press.
16. Fassatióv, O. 1986. Moulds and filamentous fungi in technical microbiology. Progress in Industria Microbiology. Vol. 22. Elsevier.
17. Fernández, C. 2000. Revisión bibliográfica sobre la palomilla dorso de diamante *plutella xylostella* y las posibilidades del hongo *Beauveria bassiana* para ser incluido como herramienta de control. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Posgrado en Entomología. Documento de Trabajo. 26 p.
18. Gould, F.L. 1991. Environmental and evolutionary concerns in deploying *Bt* in engineered crops and potential strategies for avoiding problems. En: Meeting on deployment of *Bacillus thuringiensis* endotoxin engineered rice plants. 1991. International Rice Research Institute, Los Baños, Phillipines.
19. Hegedus, D. D., M. J. Bidochka, y G. G. Khachatourians. 1990. *Beauveria bassiana* submerged conidia production in a defined medium containing chitin, two hexosamines or glucose. Appl. Microbiol. Biotechnol.

20. Ibarra, J. 1994. Los bioinsecticidas como alternativa ecológica.
21. Isman, M. 1994. Botanical insecticides and antifeedants: new sources and perspectives. *Pestic. Res. J.* 6: 11-9.
22. Allam, M. 1990. Diamondback moth and its Natural Enemies in Jamaica and some other Caribbean Islands. En: Proceedings of the Second International Workshop Tainan, Taiwan.
23. Jaramillo N. Jorge E. y Diaz D. Cipriano A. 2006 El cultivo de las crucíferas: brócoli, coliflor, repollo, col china. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. Manual Técnico 4. 176 páginas.
24. La Torre, B. A. 1990. Plagas de Hortalizas , Manual de manejo integrado. Segunda. FAO.
25. Lane, B. S., A. P. J. Trinci, y A. T. Gillespie. 1991. Endogenous reserves and survival of blastospores of *Beauveria bassiana* harvested from carbon- and nitrogen- limited batch cultures. *Mycol. Res.*

26. Lemma, A. 1973. Schistosomiasis: the social challenge of controlling a man-made disease. *Impact Sci. Soc.* 23: 33-142.
27. Maggi, M. 2004. Insecticidas naturales. Laboratorio de Química Fina y Productos Naturales. Agencia Córdoba Ciencia - Unidad CEPROCOR. 8 p.
28. Mota-Sanchez, D.; Sandoval, R.; Cotto, M.; Hines, R. 2003. Manual básico de entrenamiento para aplicadores de pesticidas. Recertificación, y entrenamiento para técnicos registrados. Manual. Michigan, EE.UU. 188 p.
29. Mc Gaughey, W.H. 1985. Insect resistance to the biological insecticide *Bacillus thuringiensis*. *Science*, 229, 193-195.
30. Pelczar, J. M., R. D. Reid, y E. C. S. Chan. 1982. Hongos: Los mohos. En: *Microbiology*. Segunda. MacGraw-Hill.
31. Pizarro, D.; Diana, I. 2002. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con plantas medicinales en polvo. Memoria de título Ing. Agrónomo. Concepción, Universidad de Concepción. 63 p.

32. Plapp, F.W.; Campanhola, C.; Bagwell, R.D. y Mc Cutchen, B.F. 1990. Management of pirethroid resistant tobacco budworm on cotton in the United States. En : Rough, R.T. and Tabashnik. B.E.(ed.)Pesticide resistance in arthropods. World Composition Services. Sterling, V.A. 237-260.
33. Primo, E., y J. M. Carrasco. 1990. Química Agrícola 2, plaguicidas y fitoreguladores. Segunda. Alambra universidad España.
34. Renwick, J., y F. Chew. 1994. Oviposition Behavior in Lepidoptera Annu Rev. Entomol. Vol. 38.
35. Roberts, D. W., y A. R. Humber. 1981. Entomogenous fungi. In Biology of Conidial Fungi, vol. 2, pp. 201-236. Academic Press, New York.
36. Rodríguez, C.; Silva, G.; Djair, V. 2003. Bases para el manejo racional de insecticidas: Insecticidas de origen vegetal. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, y Fundación para la Innovación Agraria. pp. 89-111.

37. Romano Machado, J. M. 1996. Produccion y extraccion de esporas del hongo entomopatogeno *Beauveria bassiana* (bálsamo) *vuillemin* por fermentacion en medio solido". Iztapalapa.
38. Romanyk, N.; Cadahía, D. 2002. Plagas de insectos en las masas forestales. Mundi- Prensa, Madrid. 336 p.
39. Santiago, D. R. 1991. Control of cabbage insect pest by *Metarhizium anisopliae* (Metschkhoff). Terminal report. College, Laguna Filipinas Annu. Rev. Entomol. 90 - 150. Vol. 34.
40. Soberón, M. y Alejandra, B., 2007. Las toxinas Cry de *Bacillus thuringiensis*: modo de acción y consecuencias de su aplicación Pag. 303.
41. Tabashnik, B.E.; Finson, N. y Johnson, M.W. 1991. Managing resistance to *Bacillus thuringiensis*: Lessons from the Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. (84). 49-55.
42. Talekar, N.S. 1990. En: Diamondback moth and other cruciferous pests. Proceedings of the second International Workshop. Tainan, Taiwan.

43. Talekar, N. S., y A. M. Shelton. , 1993. Biology, Ecology and Managemnt of the Diamondback Moth Annu Rev Entomol. Vol. 38. USA.
44. Tamez, G. P 2001 "Bioinsecticidas: su empleo, producción y comercialización en México" Ciencia UANL Vol. IV, No. 2, Abril-Junio.
45. Thomas, K. C., Khachatourians G. G., y Ingledew W. M., 1987, Production and properties of *Beauveria bassiana* conidia cultivated in submerged culture. Can. J. Microbiol.
46. Uk. S. 1994 Insecticide resistance management of *Plutella xylostella* L. on crucifers in southeast Asia. Aspects of implementation. European Journal of Plant Pathology. XIII International Plant Protection Congress. The Hague . The Netherlands. Abstracts.
47. Van Rie, J., Mc Gaughey, W.H., Johnson, D.E., Barnett, B.E. and Van Mellaert, H. 1990. Mechanism of insect resistance to the microbial insecticide *Bacillus thuringiensis*. Science. 247, 72-74.

48. Vandenberg, J.; Shelton, A.; Wilsey, A.; Ramos, A. 1998. Assessment of *Beauveria bassiana* sprays for control of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) on crucifers. *Journal of Economic Entomology*. The Entomological Society of America. 91 (3): 624-630.
49. Vergara C., Clorinda, y Guillermo Sanchez V. 1998. Plagas de Horatizas Departamento de entomología de la universidad Nacional Agraria la Molina. Segunda.
50. Villalobos, P. 1996. Plaguicidas naturales de origen vegetal: Estado actual de la investigación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid. 35 p.
51. Wille, T. 1952. Entomología agrícola del Perú. Lima: Ministerio de Agricultura.

ANEXOS

ANEXO N° 01

Larvas vivas de *Plutella xilostella*

Primera evaluación 9 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	4	12	6	6	7
II	4	10	7	4	6
III	3	12	6	4	6
IV	5	10	6	5	6

Segunda evaluación 12 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	3	7	6	4	5
II	3	10	7	5	6
III	4	10	6	4	6
IV	5	7	6	7	6

Tercera evaluación 15 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	4	7	2	6	5
II	1	7	8	3	5
III	1	8	4	1	4
IV	2	10	3	5	5

Cuarta evaluación 20 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	2	8	2	5	4
II	3	8	8	2	5
III	3	7	4	2	4
IV	4	7	4	0	4

Quinta evaluación 23 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	2	7	3	7	5
II	4	6	4	3	4
III	1	9	4	1	4
IV	3	7	5	0	4

Sexta evaluación 26 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	3	11	5	2	5
II	3	8	6	2	5
III	2	9	4	2	4
IV	4	2	3	3	3

Séptima evaluación 31 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	1	11	0	2	4
II	2	7	3	1	3
III	0	7	3	0	3
IV	1	5	8	2	4

Octava evaluación 03 de junio del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	1	6	0	1	2
II	4	6	3	2	4
III	2	7	3	0	3
IV	0	5	2	3	2

Novena evaluación 6 de junio del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	3	7	1	3	3
II	3	5	3	2	3
III	1	6	2	2	3
IV	2	5	2	2	3

ANEXO N° 02

Larvas Muertas *Plutella xylostella*

Primera evaluación 9 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	8	1	1	2	3
II	9	0	0	2	3
III	9	0	0	1	3
IV	10	0	1	0	3

Segunda evaluación 12 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	8	1	5	6	5
II	7	0	7	6	5
III	8	1	6	6	5
IV	6	0	5	7	4

Tercera evaluación 15 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	7	2	6	6	5
II	6	3	5	6	5
III	6	1	5	6	4
IV	8	1	7	7	6

Cuarta evaluación 20 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	6	3	6	4	5
II	8	2	6	3	5
III	9	3	5	5	5
IV	8	1	5	5	5

Quinta evaluación 23 de mayo de mayo

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	8	2	5	6	5
II	7	2	4	5	4
III	7	3	6	7	6
IV	6	1	5	6	4

Sexta evaluación 26 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	8	3	7	7	6
II	7	2	6	8	6
III	7	2	6	8	6
IV	10	3	5	6	6

Séptima evaluación 31 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	8	2	4	5	5
II	8	3	5	5	5
III	9	3	4	7	6
IV	10	2	4	5	5

Octava evaluación 03 de junio del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	8	2	6	6	5
II	8	4	5	5	5
III	9	2	5	7	6
IV	8	4	5	7	6

Novena evaluación 6 de junio del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	8	2	5	6	5
II	9	0	5	7	5
III	10	3	6	7	6
IV	8	3	7	10	7

ANEXO N° 03

Pupas vivas de *Plutella xylostella*

Primera evaluación 9 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	1	3	1	3	2
II	3	2	3	0	2
III	0	2	2	0	1
IV	1	2	0	2	1

Segunda evaluación 12 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	1	1	0	0	1
II	2	0	0	4	2
III	0	2	0	1	1
IV	0	0	1	0	0

Tercera evaluación 15 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	0	1	0	1	1
II	2	0	1	0	1
III	0	0	2	0	1
IV	1	0	0	0	0

Cuarta evaluación 20 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	2	3	2	3	3
II	1	2	2	1	2
III	0	3	3	2	2
IV	1	2	0	4	2

Quinta evaluación 23 de mayo de mayo

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	3	1	2	2	2
II	1	1	3	0	1
III	0	2	1	0	1
IV	1	0	0	2	1

Sexta evaluación 26 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	2	1	0	2	1
II	3	2	1	0	2
III	0	2	2	0	1
IV	1	0	0	1	1

Séptima evaluación 31 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	1	2	0	3	2
II	2	0	3	0	1
III	0	3	3	0	1
IV	1	0	1	1	1

Octava evaluación 03 de junio del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	2	2	0	2	2
II	1	0	2	0	1
III	0	3	3	0	1
IV	2	1	0	1	1

Novena evaluación 6 de junio del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	2	2	0	1	1
II	2	0	3	0	1
III	0	3	2	0	1
IV	0	0	0	2	1

ANEXO N° 04

Pupas Muertas de *Plutella xylostella*

Primera evaluación 9 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	1	0	0	1	1
II	0	0	2	0	1
III	0	1	1	0	1
IV	2	0	0	1	1

Segunda evaluación 12 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	0	0	0	2	1
II	2	1	1	0	1
III	0	0	1	0	0
IV	0	0	0	0	0

Tercera evaluación 15 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio $\bar{y}.j$
I	0	0	0	0	0
II	1	0	2	0	1
III	0	2	0	1	1
IV	0	0	0	0	0

Cuarta evaluación 20 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	0	0	0	1	0
II	1	0	3	0	1
III	0	1	1	0	1
IV	2	0	0	2	1

Quinta evaluación 23 de mayo de mayo

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	1	0	0	1	1
II	0	0	1	0	0
III	0	0	0	0	0
IV	2	0	0	0	1

Sexta evaluación 26 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	1	0	0	1	1
II	0	0	0	0	0
III	0	2	1	0	1
IV	3	0	0	2	1

Séptima evaluación 31 de mayo del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	2	0	0	1	1
II	1	0	1	0	1
III	0	1	2	0	1
IV	1	1	0	1	1

Octava evaluación 03 de junio del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	1	0	0	2	1
II	0	0	2	0	1
III	0	2	0	0	1
IV	2	0	0	1	1

Novena evaluación 6 de junio del 2012

	t1	t2	t3	t4	promedio \bar{y}_j
I	2	0	0	0	1
II	1	0	2	0	1
III	0	2	0	0	1
IV	1	0	0	2	1

ANEXO N° 05

Grado de daño en hoja por *Plutella xylostella*

Primera evaluación 9 de mayo del 2012

	T1	T2	T3	T4	Promedio ȳ.j
I	1,50	1,90	1,60	1,50	1,63
II	1,40	1,80	1,70	1,60	1,63
III	1,60	1,90	1,60	1,70	1,70
IV	1,40	2,00	1,70	1,60	1,68

Segunda evaluación 12 de mayo del 2012

	T1	T2	T3	T4	Promedio ȳ.j
I	1,20	1,80	1,40	1,10	1,38
II	1,30	2,00	1,20	1,50	1,50
III	1,30	2,00	1,40	1,50	1,55
IV	1,50	1,90	1,20	1,40	1,50

Tercera evaluación 15 de mayo del 2012

	T1	T2	T3	T4	Promedio ȳ.j
I	1,50	2,20	1,60	1,40	1,68
II	1,40	2,00	1,60	1,50	1,63
III	1,40	2,20	1,60	1,30	1,63
IV	1,20	1,80	1,50	1,40	1,48

Cuarta evaluación 20 de mayo del 2012

	T1	T2	T3	T4	Promedio \bar{y}_j
I	1,20	2,20	1,40	1,30	1,53
II	1,20	1,80	1,50	1,30	1,45
III	1,30	2,20	1,40	1,30	1,55
IV	1,20	1,90	1,50	1,30	1,48

Quinta evaluación 23 de mayo de mayo

	T1	T2	T3	T4	Promedio \bar{y}_j
I	1,30	2,20	1,50	1,50	1,63
II	1,40	2,20	1,50	1,50	1,65
III	1,30	2,50	1,50	1,30	1,65
IV	1,50	1,90	1,40	1,40	1,55

Sexta evaluación 26 de mayo del 2012

	T1	T2	T3	T4	Promedio \bar{y}_j
I	1,40	2,60	1,60	1,50	1,78
II	1,30	3,10	1,50	1,50	1,85
III	1,40	3,00	1,40	1,30	1,78
IV	1,30	1,80	1,30	1,20	1,40

Séptima evaluación 31 de mayo del 2012

	T1	T2	T3	T4	Promedio \bar{y}_j
I	1,20	1,90	1,30	1,30	1,43
II	1,10	2,00	1,30	1,10	1,38
III	1,20	1,80	1,20	1,30	1,38
IV	1,20	2,00	1,30	1,20	1,43

Octava evaluación 03 de junio del 2012

	T1	T2	T3	T4	Promedio \bar{y}_j
I	1,40	1,90	1,40	1,30	1,50
II	1,10	2,00	1,40	1,40	1,48
III	1,30	2,00	1,40	1,30	1,50
IV	1,40	1,90	1,40	1,40	1,53

Novena evaluación 6 de junio del 2012

	T1	T2	T3	T4	Promedio \bar{y}_j
I	1,20	1,90	1,20	1,30	1,40
II	1,50	1,80	1,30	1,20	1,45
III	1,20	2,00	1,30	1,30	1,45
IV	1,20	1,80	1,50	1,30	1,45

ANEXO N° 06

Rendimiento de inflorescencia t/ha

	t1	t2	t3	t4	Promedio \bar{y}_j
I	28,842	26,796	27,852	28,908	28,100
II	28,776	26,070	27,786	28,380	27,753
III	28,842	26,730	28,578	29,040	28,298
IV	28,512	26,466	27,654	28,116	27,687