

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**La bacteria *Bacillus thuringiensis* en el control de larvas de  
polillas de la cera (*Achroia grisella*) en almacén.**

**Wayllapampa – Ayacucho, 2485 msnm**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**Abel Joel Rojas Farfán**


**Ayacucho – Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**

**“La bacteria *Bacillus thuringiensis* en el control de larvas de polilla de la cera  
(*Achroia grisella*) en almacén Wayllapampa – Ayacucho, 2485 msnm”**

Expedito : 19 de junio de 2019  
Sustentado : 18 de diciembre de 2019  
Calificación : Bueno  
Jurados :



.....  
**M.Sc. JULIO DANILO VILCA VIVAS**  
**Presidente**



.....  
**Ing. GUILLERMO CARRASCO AQUINO**  
**Miembro**



.....  
**M. Cs. ROBERTA ESQUIVEL QUISPE**  
**Miembro**

.....  
**Dr. ANTONIO JERÍ CHÁVEZ**  
**Asesor**

*Dedicado para mis padres Zaragoza Farfán  
Candia, Primitivo Rojas Flores, mis hermanas  
Albina Mercedes Rojas Farfán, Sarita Fiorela  
Rojas Farfán y a todos mis amigos que me  
acompañaron en la universidad.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por bendecirme, por darme las fuerzas y salud para seguir adelante a pesar de los obstáculos para hacer realidad este trabajo de investigación.

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, por todo lo vivido y aprendido en mis años de formación profesional.

A mi asesor, el Ing. Antonio Jerí Chávez, por el apoyo y orientación brindada, fundamentales para la realización de este trabajo y de mi formación profesional.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por el gran esfuerzo de formar profesionales competentes, transmitir responsabilidades, experiencias y conocimientos que contribuyeron en mi formación académica durante mi carrera profesional.

A mis amigos y compañeros de estudio, por su amistad, apoyo y por hacer de mi vida universitaria un recuerdo inolvidable que llevare presente durante mi vida profesional.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	1
Introducción .....	2
<b>CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1.1. Antecedentes del estudio.....	4
1.2. <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	5
1.2.1. Taxonomía .....	5
1.2.2. Modo de acción de las toxinas cry .....	6
1.2.3. Clasificación de <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	7
1.2.4. Bioinsecticidas a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	8
1.2.5. Uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) en Lepidópteros .....	9
1.2.6. Mecanismo de acción de <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	9
1.2.7. Ficha técnica del producto comercial Biospore .....	11
1.3. Polilla de la cera.....	13
1.3.1. Taxonomía de la polilla menor de la cera ( <i>Achroia grisella</i> ) .....	13
1.3.2. Distribución de la polilla menor de la cera ( <i>Achroia grisella</i> ) .....	14
1.3.3. Estados de la Polilla menor de la cera ( <i>Achroia grisella</i> ).....	14
1.3.4. Ciclo biológico de la polilla menor de la cera ( <i>Achroia grisella</i> ).....	15
1.3.5. Daños de la polilla menor de la cera ( <i>Achroia grisella</i> ) .....	15
1.3.6. Galeriosis .....	15
1.3.7. Métodos de control de la polilla menor de la cera .....	16
1.3.8. Tratamiento de la polilla menor de la cera.....	19
<b>CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....</b>	<b>20</b>
2.1. Ubicación .....	20
2.2. Materiales y equipos .....	20

2.2.1. Insecticida biológico .....	20
2.2.2. Portanúcleos .....	20
2.2.3. Agua embotellada .....	20
2.2.4. Termohigrómetro digital .....	20
2.2.5. Otros materiales y equipos .....	21
2.3. Metodología .....	21
2.3.1. Periodo experimental .....	21
2.3.2. Obtención de los panales de abeja .....	21
2.3.3. Tratamiento en frío de los panales de abeja .....	21
2.3.4. Acondicionamiento del almacén y los portanúcleos .....	22
2.3.5. Preparación y aplicación del producto de <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	23
2.3.6. Conteo de los estados de la polilla de la cera y el porcentaje dañado .....	25
2.3.7. Diseño experimental y tratamiento .....	26
2.4. Análisis estadístico .....	27
<b>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>28</b>
3.1. Porcentaje de daño causado por larvas de la polilla <i>Achroia grisella</i> , en los panales de cera tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. kurstaki (Btk) .....	28
3.2. Población de huevos, larvas, pupas y adultos de la polilla de la cera en los panales tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. Kurstaki .....	34
3.2.1. Población de huevos encontrado en los panales de cera tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. Kurstaki .....	34
3.2.2. Población de larvas encontrada en los panales de cera tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. Kurstaki .....	37
3.2.3. Población de pupas encontradas en los panales de cera tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. Kurstaki .....	40
3.2.4. Población de adultas encontrada en los panales de cera tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. Kurstaki .....	43
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
Tabla 1.1.	Clasificación de <i>Bacillus thuringiensis</i> de acuerdo con el antígeno H..	7
Tabla 1.2.	Usos y dosificaciones recomendadas para el uso del biospore 6.4% ....	13
Tabla 2.1.	Fecha de aplicación <i>Bacillus thuringiensis</i> de cuando se tuvo poblaciones de huevos o larvas de <i>Achroia grisella</i> .....	25
Tabla 3.1.	Porcentaje de celdas dañadas/panal durante 60 evaluaciones .....	29
Tabla 3.2.	Prueba de T para el porcentaje total de celdas dañadas.....	31
Tabla 3.3.	Población de huevos encontrada en los panales en las 60 evaluaciones.....	35
Tabla 3.4.	Análisis de variancia para la población de huevos en panales del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y Testigo (To) .....	37
Tabla 3.5.	Prueba T student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales (Población de huevos en panales del testigo y del tratamiento).....	37
Tabla 3.6.	Población de larvas encontrada en los panales en las 60 evaluaciones.....	38
Tabla 3.7.	Análisis de variancia para la población de larvas en panales de <i>Apis mellifera</i> del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) .....	40
Tabla 3.8.	Prueba T Student para la población de larvas por panal.....	40
Tabla 3.9.	Población de pupas encontrada en los panales en las 60 evaluaciones.....	41
Tabla 3.10.	Análisis de variancia para la población de pupas en panales de <i>Apis mellifera</i> del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) .....	43
Tabla 3.11.	Prueba T Student para la población de pupas por panal.....	43
Tabla 3.12.	Población de adultas encontradas en los panales en las 60 evaluaciones.....	44
Tabla 3.13.	Análisis de variancia para la población de Adultas en panales de <i>Apis mellifera</i> del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) .....	46
Tabla 3.14.	Prueba t student para la población de polillas adultas .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1. Mecanismo de acción de <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	10
Figura 2.1. Distribución de tratamientos en portanúcleos y selección de panales de cera.....	22
Figura 2.2. Ubicación definitiva de los tratamientos, y del termohigrómetro digital.....	22
Figura 2.3. Producto formulado BioSpore 6.4%.....	23
Figura 2.4. Pesado de 50 g del producto Biospore 6.4%.....	23
Figura 2.5. Mezcla del bioinsecticida y agua.....	24
Figura 2.6. Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> con un aspersor de mano.....	24
Figura 2.7. Conteo de las celdas dañadas, huevos, larvas, pupas y adultas de <i>Achroia grisella</i> .....	25
Figura 2.8. Bastidor con cera de abeja y encima otro bastidor dividido en cuadrantes para el conteo.....	26
Figura 2.9. Portanúcleos con los tratamientos ubicados en el almacén.....	26
Figura 3.1. Porcentaje promedio de celdas dañadas en panales con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y Testigo (To).....	30
Figura 3.2. Porcentaje total (60 evaluaciones) de celdas dañadas en panales tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en el Testigo (To).....	31
Figura 3.3. Número de celdas dañadas en Panales tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en el Testigo (To) durante las primeras 20 evaluaciones.....	32
Figura 3.4. Porcentaje de celdas dañadas en los panales tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en el Testigo (To), durante las primeras 20 evaluaciones.....	32
Figura 3.5. Porcentaje de celdas dañadas en los panales tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en el Testigo (To), durante evaluaciones del 21 al 40.....	33
Figura 3.6. Porcentaje de celdas dañadas en los panales tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en el Testigo (To), durante las evaluaciones del 41 al 60.....	33
Figura 3.7. Población de huevos registrados en los panales de <i>Apis millifera</i> del	



	tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) ..	36
Figura 3.8.	Porcentaje de la población huevos del total que corresponden a los panales de <i>Apis mellifera</i> del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) .....	36
Figura 3.9.	Población de larvas registradas en los panales de <i>Apis mellifera</i> del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) ..	39
Figura 3.10.	Porcentaje de larvas del total que corresponden a los panales de <i>Apis mellifera</i> del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) .....	39
Figura 3.11.	Población de pupas registradas en los panales de <i>Apis mellifera</i> del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) ..	42
Figura 3.12.	Porcentaje de pupas del total que corresponden a los panales de <i>Apis mellifera</i> del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) .....	42
Figura 3.13.	Población de adultos registradas en los panales de <i>Apis mellifera</i> del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) ..	45
Figura 3.14.	Porcentaje de Adultas del total que corresponden a panales de <i>Apis mellifera</i> del tratamiento con <i>Bacillus thuringiensis</i> (T) y en panales Testigo (To) .....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 01. Promedio de celdas dañadas por panal.....	52
Anexo 02. Promedio de celdas por panal datos transformados con $\text{Log}(x+1)$ .....	53
Anexo 03. Porcentaje de daño por panal en el testigo y el tratamiento.....	54
Anexo 04. Datos transformados para realizar en ANVA .....	55
Anexo 05. Análisis de Varianza Porcentaje de daño causado por larvas de la polilla <i>Achroia grisella</i> , en los panales de cera tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (Btk) .....	57
Anexo 06. Prueba de t student para 2 muestras entre los panales del testigo y el tratamiento con el uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	58
Anexo 07. Promedio de huevos por panal y datos transformados con $\text{Log}(x+1)$ para realizar el Análisis de Varianza.....	59
Anexo 08. Análisis de Varianza población de huevos de la polilla <i>Achroia grisella</i> , en los panales de cera tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (Btk) .....	61
Anexo 09. Prueba de t student para 2 muestras entre la población de huevos por panal del testigo y el tratamiento con el uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> ...	62
Anexo 10. Promedio de larvas por panal y datos transformados con $\text{Log}(x+1)$ para realizar el Análisis de Varianza.....	63
Anexo 11. Análisis de Varianza población de larvas de la polilla <i>Achroia grisella</i> , en los panales de cera tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (Btk) .....	65
Anexo 12. Prueba de t student para 2 muestras entre la población de larvas por panal del testigo y el tratamiento con el uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> ....	66
Anexo 13. Promedio de pupas por panal y datos transformados con $\text{Log}(x+1)$ para realizar el Análisis de Varianza.....	67
Anexo 14. Análisis de Varianza población de pupas de la polilla <i>Achroia grisella</i> , en los panales de cera tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (Btk) .....	69
Anexo 15. Prueba de t student para 2 muestras entre la población de pupas por panal del testigo y el tratamiento con el uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> ....	70
Anexo 16. Promedio de adultas por panal y datos transformados con $\text{Log}(x+1)$	

	para realizar el Análisis de Varianza.....	71
Anexo 17.	Análisis de Varianza población de adultas de la polilla <i>Achroia grisella</i> , en los panales de cera tratados con <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (Btk) .....	73
Anexo 18.	Prueba de t student para 2 muestras entre la población de adultas por panal del testigo y el tratamiento con el uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	74

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en Centro Experimental de Wayllapampa dentro del almacén del apiario; los bastidores con cera son del apiario y el insecticida biológico *Bacillus thuringiensis* (Bt) variedad Kurstaki es un producto comercial. Los objetivos del trabajo fueron determinar el efecto del producto comercial, *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki, para disminuir el daño causado por la población de larvas *Achroia grisella*, agente causal de galeriosis en panales de cera almacenados y determinar la población de huevos, larvas, pupas y adultos de la polilla de la cera presentes en los bastidores tratados con el bioinsecticida. La metodología fue tratar los bastidores con cera de la campaña anterior en una cámara de frío a 0° C por un día, luego aplicar a los panales *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki a la dosis del 5%. Se utilizaron 8 portanúcleos, cada uno con 3 bastidores; con 4 portanúcleos para el tratamiento y 4 portanúcleos para el testigo. Se realizó el conteo manual de los estados de la polilla de la cera y el porcentaje de cera dañada de los bastidores, con ayuda de un bastidor dividido en cuadrantes. Se concluye que la aplicación de *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki a los panales de cera de abeja almacenados reduce los daños de las larvas de *Achroia grisella* en 54%; también reducen la población de huevos en 94%, de larvas en 74%, de pupas en 74% y de polillas adultas en 76% como consecuencia de la mortalidad causada a las larvas.

**Palabras clave:** *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki, *Achroia grisella*, *Apis mellifera*.

## INTRODUCCIÓN

La palabra apicultura deriva del latín *apis* (abeja) y *cultura* (cultivo, cría), se define como la crianza de abejas melíferas, lo que permite utilizar una serie de productos como: miel, polen, jalea real, apitóxina, propóleo, cera, abejas reinas y enjambres; está se considera una actividad económica y social muy importante. La apicultura permite la polinización de flores de diversas especies en mundo (Guiomar Nates-Parra, 2009).

De acuerdo a las estadísticas del IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO) del 2012, en nuestro país existen 252,329 colmenas instaladas, de las cuales 214,276 están en producción, es decir el 85% del total. Además, señala que ese año la producción de miel en Perú ascendió a 1,600 toneladas y 41,327 apicultores.

Las regiones con mayor cantidad de colmenas en producción son: Cusco con 23,426 colmenas en producción que representa el 11% del total, La Libertad con 21,136 colmenas (10%), Junín con 19,874 (9%), Lima con 16,805 colmenas en producción (8%), Apurímac con 15,614 (7%), Cajamarca con 15,491 (7%), Ancash con 13,926 (6%), Ayacucho con 13,050 (6%), Piura 11,809 (6%), Lambayeque 4%, Pasco 4%, Huancavelica 4%, Huánuco 3%, Ica 3%, San Martín 3%, Arequipa 3%, Amazonas 2%, Moquegua 1%, Tacna 1%, Loreto 1%, Ucayali 0.5%, Puno 0.3%, Tumbes 0.2%, Madre de Dios 0.1% y Callao 0.002% (INEI, 2012).

*Galleria mellonella*, es una plaga común de las abejas, *Apis mellifera* Linnaeus y *Apis cerana* Fabricius. Las larvas de la polilla de la cera mayor se entierran en el borde de las celdas sin sellar, con polen, cría de abejas y miel; hasta la nervadura central del panal. Las larvas excavadoras dejan masas de telarañas que provocan galleriosis y posteriormente la fuga de la colonia. El daño causado por las larvas de *G. mellonella* es severo en zonas tropicales y subtropicales, y se cree que es uno de los factores que

contribuyen a la disminución en la población de abejas tanto salvajes como domésticas (Kwadha et al., 2017).

Para el valle de Huanta Laura (2000), determinó que la polilla mayor de la cera afecta al 14.8% de los colmenares y al 5% de las colmenas en condiciones de campo. En las localidades de Pampachacra y Quinrapa en promedio entre el 30% a 40% de los panales de las colmenas están afectados.

El insecticida biológico *Bacillus thuringiensis* (Bt) es muy utilizado y recomendado para controlar el estado larval de lepidópteros, por ello puede ser recomendado para controlar *Galleria mellonella*; las larvas ingieren la toxina; produciéndose daños en la pared intestinal y finalmente la muerte de insecto; el Bt no tiene efectos significativos en el hombre, no deja restos de toxinas en la miel y la cera (Soberón & Bravo, 2007).

Las razones expuestas permitieron plantear el presente trabajo con los objetivos siguientes:

1. Determinar el porcentaje de daño causado por larvas de la polilla *Achroia grisella*, en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis*.
2. Cuantificar huevos, larvas, pupas y adultos de la polilla de la cera *Achroia grisella* en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis*.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Antecedentes del estudio

Según Zamorano (2009), en su estudio determina la efectividad del producto comercial basado en *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki*, reducir población de *Galleria mellonella* y evaluar el efecto insecticida en varios estadios larvales de *G. mellonella*. Su metodología consiste en cultivar larvas de polilla de la cera en laboratorio. El producto utilizado en las diferentes dosis y en los diferentes estadios de las larvas no tuvo significancia en la reducción de población en larvas de *G. mellonella* cultivadas en laboratorio.

Según Ellis & Hayes (2009), la alimentación de las larvas de polilla menor (*Achroia grisella*) causan daños significativos en las colonias de *Apis mellifera*, en este estudio se evaluó el uso del producto (B401® Vita) que contiene *Bacillus thuringiensis*. El producto B401 redujo significativamente la puntuación de daño del panal, Se le dio una escala de 0 a 10 a los panales, con 0 igual a ningún daño y 10 igual a daño completo. Con resultados de (B401 =  $0,45 \pm 0,16$ , control =  $3,80 \pm 0,71$ ) y la proporción de larvas que sobreviven a las 6 semanas (B401 =  $0,69 \pm 0,07$ , control =  $0,95 \pm 0,04$ ). Del estudio se concluye que no elimina todos los daños causados por las polillas de la cera en los panales.

Según Laura (2000), para el valle de Huanta determinó que la polilla mayor de la cera afectaba al 14.8% de los colmenares y al 5% de colmenas en condiciones de campo. En las localidades Pampachacra y Quinrapa en promedio el 30% a 40% de los panales de la colmena se encontraron afectados.

Según McKillup & Brown (1991), las polillas de cera causan un daño significativo a los panales almacenados de *Apis mellifera*, en su experimento de campo evaluó la

efectividad de una formulación comercial (Certan) del agente de control biológico *Bacillus thuringiensis* para prevenir este daño, mostrando que el tratamiento aplicado a la tasa recomendada por el fabricante de 855 unidades por cm<sup>2</sup> de panal evitó casi por completo el daño, mientras que los panales sin tratar mostraron un daño promedio del 76%.

Según Vandenberg & Shimanuki (1990), se probaron varios métodos para la aplicación de Certan producto a base de *Bacillus thuringiensis* para el control de la polilla de la cera mayor, *Galleria mellonella* en panales de cera de abejas. Se utilizó un pulverizador manual sin aire y un rociador de máquina convencional resultaron satisfactorios para aplicar Certan, nebulización térmica dio como resultado una distribución uniforme y un tratamiento de inmersión el cual no se considera practico para el apicultor. Por lo tanto, tres métodos (pulverización manual sin aire, pulverización convencional y nebulización térmica) resultaron exitosos y pueden ser utilizados por los apicultores.

## **1.2. *Bacillus thuringiensis***

*Bacillus thuringiensis* es una bacteria gram positiva que produce una inclusión paraesporal durante la fase de esporulación, constituida por proteínas Cry con actividad biológica contra plagas de insectos. Gracias a estas proteínas *B. thuringiensis* es tóxico entre las larvas de Lepidoptera, Coleoptera y Diptera. Además, es amigable con el medio ambiente, por lo que el uso y desarrollo de productos comerciales y plantas transgénicas basadas en toxinas Cry se ha generalizado en el sector agrícola (Portela, 2013).

### **1.2.1. Taxonomía**

Según Berliner (1915), la clasificación taxonómica de la bacteria *Bacillus thuringiensis* es la siguiente:

Dominio	: Bacterium
Filo	: Firmicutes
Clase	: Bacilli
Orden	: Bacillales
Familia	: Bacillaceae
Género	: Bacillus
Especie	: <i>Bacillus thuringiensis</i>



### 1.2.2. Modo de acción de las toxinas cry

Los síntomas observados en las larvas susceptibles que absorben los cristales y las esporas de *Bacillus thuringiensis* luego de la ingestión incluyen, parálisis intestinal, diarrea, parálisis de todo el cuerpo del insecto y finalmente su muerte. Las toxinas comunes Cry forman cristales que tienen un efecto tóxico, provocando un desequilibrio osmótico en las células epiteliales incrustadas en la membrana. Los datos obtenidos como resultado del estudio confirman fuertemente la técnica de acción propuesta por la formación de poros líticos tras la introducción de toxinas en la membrana intestinal. Las proteínas Cry se producen en forma de protoxinas, que requieren un tratamiento proteolítico con proteasas presentes en los intestinos de insectos susceptibles. El tratamiento proteolítico forma fragmentos tóxicos de 55 a 65 kDa, que interactúan con las proteínas receptoras que se encuentran en las microvellosidades intestinales de las larvas, luego estas toxinas se introducen en la membrana, formando un poro lítico. Hasta la fecha se ha resuelto la estructura tridimensional de varias toxinas Cry, activas contra insectos coleópteros, lepidópteros y dípteros. Aunque la identidad entre estas toxinas es baja (en algunos casos menos del 25%), exhiben una estructura similar que consta de tres dominios. El dominio I consta de siete hélices antiparalelas y anfipáticas, seis de ellos forman un rayo que rodea la hélice 5. Esta es la región que forma el poro iónico. El dominio menos conservado en secuencia y estructura terciaria entre las toxinas Cry es el dominio II. Este formado por tres capas y por tres hélices. Las capas b están en las asas q tienen la mayor diferencia estructural. El dominio II juega un rol fundamental en la especificidad de la toxina, donde las asas interactúan con el receptor ubicado en las microvellosidades en las células epiteliales del intestino medio. El dominio III está formado por dos capas plegadas en b antiparalelo formando un sándwich. El dominio III también está involucrado en la interacción con los receptores. Las proteínas que se han propuesto como posibles receptores para las toxinas Cry1A en insectos lepidópteros son una proteína de la familia de las caderinas (BtR) y la aminopeptidasa N (APN). APN es una proteína con una masa aparente de 120 kDa que se adhiere a la membrana a través de un grupo glicosilfosfatidil-inositol (GPI), mientras que BtR tiene una masa de 175 a 210 kDa dependiendo del insecto lepidóptero (Soberón & Bravo, 2007).

### 1.2.3. Clasificación de *Bacillus thuringiensis*

*Bacillus thuringiensis* se clasifica en 84 serovares por la serología del antígeno flagelar H. Se intentó establecer una relación entre estos serovares y su actividad insecticida o la presencia de cierto tipo de cristales, pero no tuvo éxito, por lo que su importancia biológica es incierta (Lecadet, 1970).

**Tabla 1.1.** Clasificación de *Bacillus thuringiensis* de acuerdo con el antígeno H

<b>Antígeno H</b>	<b>Serovar</b>	<b>Antígeno H</b>	<b>Serovar</b>	<b>Antígeno H</b>	<b>Serovar</b>
1	thuringiensis	19	tochigiensis	44	higo
2	finitimus	20a, 20b	yunnanensis	45	roskildiensis
3a, 3c	alesti	20a, 20c	pondicheriensis	46	chanpaisis
3a, 3b, 3c	kurstaki	21	colmeri	47	wratislaviensis
3a, 3d	sumiyoshiensis	22	shandongiensis	48	balearica
3a, 3d, 3e	fukuokaensis	23	japonensis	49	muju
4a, 4b	sotto	24a, 24b	neoleonensis	50	navarrensis
4a, 4c	kenyae	24a, 24c	novosibirsk	51	xiaguangiensis
5a, 5b	galleriae	25	coreanensis	52	kim
5a, 5c	canadensis	26	siló	53	asturiensis
6	entomocidus	27	mexicanensis	54	poloniensis
7	aizawai	28a, 28b	monterrey	55	palmanyolensis
8a, 8b	morrisoni	28a, 28c	jegathesan	56	rongseni
8a, 8c	ostrinae	29	amagiensis	57	pirenaica
8a, 8d	nigeriensis	30	medellin	58	argentiniensis
9	tolworthi	31	toguchini	59	iberica
10a, 10b	darmstadiensis	32	cameroun	60	pingluonsis
10a, 10c	londrina	33	leesis	61	sylvestriensis
11a, 11b	toumanoffi	34	konkukian	62	zhaodongensis
11a, 11c	kyushuesis	35	seoulensis	63	bolivia
12	thompsoni	36	malaysiensis	64	azorensis
13	pakistani	37	andaluciensis	65	pulsiensis
14	israelensis	38	oswaldocruzi	66	graciosensis
15	dakota	39	brasiliensis	67	vazensis
16	indiana	40	huazhongensis	68	thailandensis
17	tohokuensis	41	sooncheon	69	pahangi
18a, 18b	kumamotoensis	42	jinhongiensis	70	sinensis
18a, 18c	yosoo	43	guiyangiensis	71	jordanica

Fuente : Lecadet, 1970

El serovar *morrisoni* agrupa cepas que son tóxicas para lepidópteros, dípteros y coleópteros; no todas las cepas de *B. thuringiensis* var *aizawai* son tóxicas para *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera). Existen, además, cepas de *B. thuringiensis* que no pueden clasificarse utilizando esta metodología, ya que no pueden formar flagelos. Todas estas cepas se agruparon en un serovar, actualmente desaparecido de la literatura (Lecadet, 1970).

#### **1.2.4. Bioinsecticidas a base de *Bacillus thuringiensis***

Los insecticidas biológicos desarrollados en nuestra actualidad incluyen en su formulación una combinación de cristales y esporas de *B. thuringiensis* como ingrediente activo. Estos productos tienen como limitación que presentan una especificidad restringida a ciertos órdenes de insectos, potencia baja y toxicidad residual corta. A pesar de ello, han sido los agentes de control biológico más populares. A partir de la entrada al mercado del primer producto comercial a base de *B. thuringiensis* llamado “Sporoine” en Francia en 1938, existió un interés creciente, que sigue aún hoy, por desarrollar productos más avanzados, como se verá en los párrafos subsiguientes. *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1 es por excelencia la cepa utilizada para el control de lepidópteros, plagas agrícolas y forestales. Esta cepa fue aislada originalmente por Dulmage en 1970, lo que constituye un hito en la historia del uso de *B. thuringiensis* como larvicida, ya que fue la responsable de que los productos a base de *B. thuringiensis* puedan competir con los insecticidas químicos en términos de eficiencia (Sauka & Benintende, 2008).

Esta cepa resultó ser hasta 200 veces más tóxica para algunas especies de lepidópteros que las otras cepas utilizadas en los productos de aquella época. *B. thuringiensis* var. *kurstaki* HD-1 es una de las cepas de *B. thuringiensis* mejor estudiadas y se caracteriza por la aportar los siguientes genes cry antilepidópteros: cry1Aa, cry1Ab, cry1Ac, cry2Aa, cry2Ab y cry1Ia. El descubrimiento de *B. thuringiensis* var. *israelensis*, para controlar larvas de mosquitos y jejenes, expandió el uso de *B. thuringiensis* como bioinsecticida. La mayoría de bioinsecticidas a base de *B. thuringiensis* se producen empleando un número reducido de cepas y utilizan sólo una pequeña proporción de las proteínas Cry conocidas. Los laboratorios del IMYZA-INTA, cuentan con una colección de más de 300 cepas nativas aisladas de suelo, superficie de plantas, residuos de la molienda de granos, larvas muertas de insectos y telarañas, a partir de muestras

provenientes de regiones agroecológicas diversas. La mayoría de cristales de estas cepas están caracterizados mediante microscopía, SDS-PAGE, PCR con cebadores generales y específicos para diversos genes cry; y mediante ensayos biológicos de toxicidad frente a insectos de los órdenes Lepidóptera, Díptera y Coleóptera, que constituyen una fuente de recursos biológicos y genéticos muy rica (Sauka & Benintende, 2008).

#### **1.2.5. Uso de *Bacillus thuringiensis* (Bt) en Lepidópteros**

Ishiwata informó por primera vez de la existencia de una bacteria cristalina que causó enfermedad y muerte en las larvas de insectos. Más tarde, Berliner en Alemania, determinó que un bacilo portador de esporas y cristales, llamado Bt causaría la muerte en larvas de *Anagasta kuehniella* (Gutiérrez et al., 2003).

Según WORLD HEALTH ORGANIZATION (1999), se ha recogido diversas subespecies de Bt en insectos muertos, la mayoría pertenece a coleópteros, dípteros y lepidópteros, así como del suelo, de la superficie de las hojas y otros espacios que reúnen las características físicas y biológicas. La subespecie Bt, activa contra lepidópteros, está relacionada con el suelo y con superficies foliares.

De acuerdo a Llorente (2004), el Bt se utiliza en el control biológico porque no afecta a las abejas. Las larvas de polilla que se alimentan de Bt sufren el destrozamiento del epitelio intestinal, afectando eficazmente en los bastidores almacenados, como en las colmenas activas. No afecta a las polillas adultas.

Gutiérrez et al. (2003), Bt es un cristal paraesporal de naturaleza proteica que puede ser bipirámide, romboide, cuadrado o amorfo, con capacidad insecticida y su toxicidad es muy diversa dependiendo del tipo de cristal.

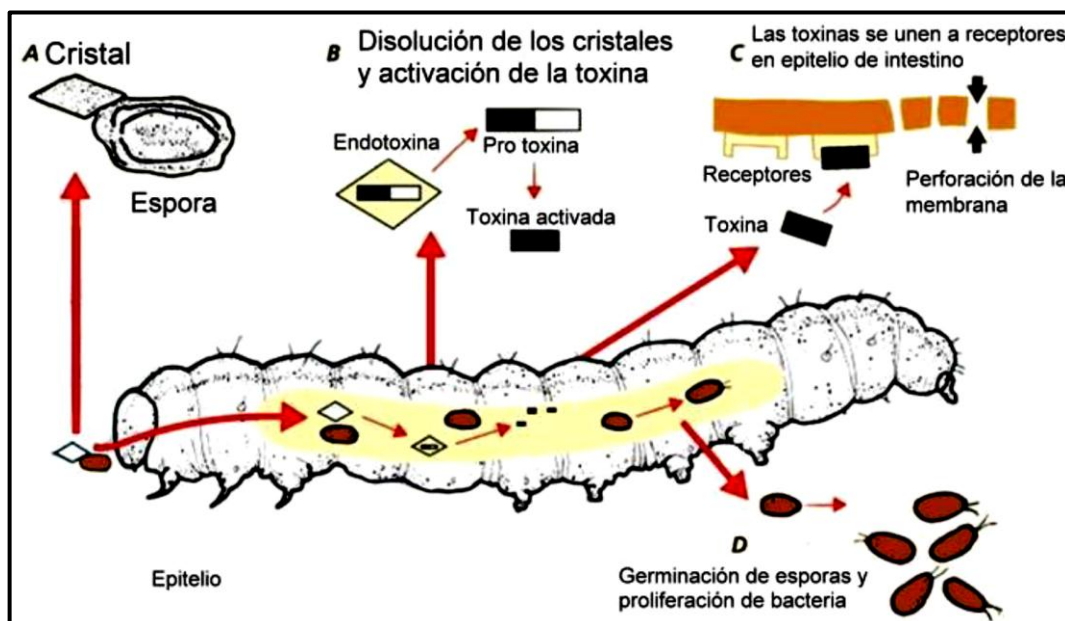
#### **1.2.6. Mecanismo de acción de *Bacillus thuringiensis***

El insecto ingresa en su dieta las esporas de *Bacillus thuringiensis* o cristales de proteína insecticida (CPI), que se descomponen como resultado del pH alcalino en el intestino del insecto, después el cristal paraesporal libera una toxina que se une a los receptores en la membrana intestinal formando poros que destruyen la pared intestinal, alterando el equilibrio iónico, provocando parálisis intestinal a la larva, dejando de alimentarse. La infección posterior se produce debido al crecimiento bacteriano y luego muere la larva (Gutiérrez et al. 2003).

Según WORLD HEALTH ORGANIZATION (1999), *Bacillus thuringiensis* forma cristales paraesporales, que son toxinas dañinas para las larvas del orden Coleóptera, Díptera y Lepidóptera. El cristal paraesporal consta de diferentes cristales de proteína insecticida. Los cristales tienen diferentes formas: bipiramidales, cúbicos, planos en forma de diamante, esféricos o compuestos por dos.

*Bacillus thuringiensis* subsp. berliner es el insecticida biológico más utilizado, que durante su esporulación produce inclusiones cristalinas de proteínas, estas incluyen delta-endotoxinas encargadas de la muerte en insectos de diferentes especies; las delta-endotoxinas en algunos ecotipos de Bt son entomocidas (Tamez et al. 2005).

El efecto de *Bacillus thuringiensis* se puede generalizar en las siguientes etapas (Fig. 1.1): 1) Entrada en el cuerpo de esporas de Bt y PCI (cristal de proteína insecticida); 2) Solubilización de cristal de proteína insecticida en el intestino; 3) Activación de proteasas del cristal de proteína insecticida; 4) Unión de cristal de proteína insecticida activada a receptores específicos en la membrana celular intestinal; 5) Introducción de la toxina en la membrana celular y formación de poros y vías en la membrana de las células intestinales con la posterior destrucción de las células epiteliales; 6) Germinación de más esporas de Bt seguida de septicemia, lo que aumenta la mortalidad (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1999)



**Figura 1.1.** Mecanismo de acción de *Bacillus thuringiensis*

Fuente: WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1999

De acuerdo a WORLD HEALTH ORGANIZATION (1999), las preparaciones comerciales de Bt se pueden utilizar como insecticidas para hojas, suelo, entornos acuáticos o instalaciones donde se almacenan alimentos. Después de aplicar la subespecie Bt al ecosistema, persisten sus células vegetativas y sus esporas, disminuyendo gradualmente las concentraciones durante el tiempo que permanece como un elemento en la microflora natural entonces el Cristal de Proteína Insecticida (PCI) pierde actividad biológica en horas o días.

### **1.2.7. Ficha técnica del producto comercial Biospore**

Según el producto comercial Biospore, este insecticida biológico tiene las siguientes cualidades.

- **Generalidades**

Nombre comercial: Biospore.

Ingrediente activo: *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki.

Clase: insecticida biológico.

Grupo: biológico.

Formulación: polvo mojable.

Composición química: *Bacillus thuringiensis* (var. Kurstaki) 6.4 %

Ingredientes inertes: 93.6% 32,000 unidades internacionales de potencia por miligramo.

- **Propiedades físico – químicas**

Solubilidad: soluble en agua.

Textura: polvo fino.

Estabilidad: 24 meses a 25° C en su envase original herméticamente cerrado. Mantener en lugar seco y a la sombra.

Corrosividad: no corrosivo.

Inflamabilidad: no inflamable.

Compatibilidad: Al ser un organismo biológico no es compatible con productos altamente alcalinos y fuertemente ácidos. No mezclar con caldo bórdales, polisulfuro de calcio o cal, así como abonos foliares de esta naturaleza.

- **Toxicología**

DL50 oral aguda: > 5 000 mg/kg

DL50 dermal: > 2 500 mg/kg

Categoría toxicológica: ligeramente tóxico

Antídotos en caso de intoxicaciones: no tiene antídoto específico, tratar al paciente sintomáticamente.

Precauciones: use el equipo de protección adecuado. Usar camisa de manga larga, pantalón largo, guantes de hule y botas.

Normalmente no se requiere de mascarilla antitóxicos y anteojos protectores; sin embargo, las personas que sufran de alergias al polvo o que padezcan de irritaciones de la piel, deberán tomar todas las medidas del caso. No comer, beber ni fumar durante su preparación y aplicación. No almacenar ni transportar junto con productos alimenticios, ropa o forraje.

Mantener almacenado en lugar fresco, seco y a la sombra. Guarde los recipientes del plaguicida en un lugar seguro bajo llave.

Después de un día de trabajo báñese cuidadosamente y cámbiese de ropa.

Manténgase fuera del alcance de los niños y animales domésticos.

- **Fitotoxicidad**

No causa fitotoxicidad.

- **Modo de aplicación**

En mezcla con la suficiente cantidad de agua para lograr una adecuada distribución del preparado sobre el follaje.

Acidificar el agua de aplicación

- **Carencia (P.C.)**

*Bacillus thuringiensis* está exento de las reglamentaciones que regulan los niveles de tolerancia de residuos de insecticidas en los productos cosechados para consumo humano e industrial. La Agencia de Protección del Ambiente (EPA) de los Estados Unidos ha establecido que *B. thuringiensis* puede ser aplicado durante todo el periodo de desarrollo del cultivo hasta el momento de la cosecha, sin peligros de residuos tóxicos ilegales.

- **Límite máximo de residuos**

No procede por su mínima toxicidad

- **Condiciones de aplicación**

Para su adecuada aplicación de Biospore 6.4% PM, llenar hasta la mitad al tanque de aplicación, luego agregar el producto a la dosis recomendada, completar con agua, agitar y aplicar.

Biospore 6.4% PM se debe aplicar con los primeros síntomas de infestación, larvas de 1° o 2° estadio asegurándose una cobertura total. Se puede aplicar en cualquier momento incluso al día de la cosecha.

- **Usos y dosificaciones recomendadas**

**Tabla 1.2.** Usos y dosificaciones recomendadas para el uso del biospore 6.4%

Cultivo	Plaga		Dosis (g/cil de 200L)	U.A.C. (Días)	LMR (ppm)
	Nombre común	Nombre científico			
<b>Espárrago</b>	Gusano comedor de hoja	<i>Heliothis virescens</i>	200-250	*	*
<b>Pimiento</b>	Gusano comedor de hoja	<i>Heliothis virescens</i>	250-300	*	*
<b>Olivo</b>	Margaronia	<i>Palpita persimilis</i>	250-300	*	*
<b>Vid</b>	Gusano cornudo de la Vid	<i>Eumorpha vitis</i>	250	*	*

U.A.C.: Última aplicación antes de la cosecha

\*No requiere por ser un producto Biológico

LMR: Límite máximo de residuos \*

### 1.3. Polilla de la cera

Las polillas son insectos nocturnos, sus larvas devoran el tejido de origen animal (material vegetal, pelaje, piel, cera) sobras o alimentos guardados. La *Galleria mellonella* tiene su importancia como una de las plagas más problemáticas en colmenas de abejas, se alimenta de cera, miel y polen almacenados en los bastidores con cera, de las colmenas de abejas donde construye galerías (por eso su nombre latino Galleria) y pueden destruir por completo la colmena (Yoret, 2006).

#### 1.3.1. Taxonomía de la polilla menor de la cera (*Achroia grisella*)

La clasificación taxonómica para la polilla menor según Fabricius (1794), es la siguiente:

Reino : Animalia  
 Filo : Arthropoda  
 Clase : Insecta  
 Orden : Lepidoptera



Familia : Pyralidae  
Género : *Achroia*  
Especie : *Achroia grisella*

### **1.3.2. Distribución de la polilla menor de la cera (*Achroia grisella*)**

*Achroia grisella* es cosmopolita en distribución, está presente en casi cualquier lugar donde se manejen abejas melíferas. *Achroia grisella* es más exitosa en los climas cálidos tropicales y climas subtropicales, no pueden sobrevivir largos períodos de temperaturas menores a cero. Sin embargo, *Achroia grisella* puede sobrevivir en latitudes más altas y a temperaturas bajas de las que *Galleria mellonera* puede (Egelie et al., 2015).

### **1.3.3. Estados de la Polilla menor de la cera (*Achroia grisella*)**

#### **• Huevos**

Las hembras adultas típicamente ponen huevos en grietas protegidas cerca una fuente de comida; los huevos son de color blanco cremoso y esférico. El tiempo que tardan los huevos en eclosionar es variable, con temperaturas más cálidas que conducen a un desarrollo más rápido para todas las etapas de la vida. Los huevos suelen tardar de 5 a 8 días para eclosionar (Egelie et al., 2015).

#### **• Larvas**

Las larvas tienen cuerpos angostos y blancos con una cabeza marrón y escudo pronotal. El desarrollo larval puede tomar entre uno y cinco meses, a un promedio de seis a siete semanas con una temperatura de 29 - 32 °C. Las larvas sufren siete mudas. La mayor parte del crecimiento larval ocurre dentro de los dos últimos estadios y las larvas maduras tienen aproximadamente 20 mm de largo. Las larvas pasan a través de túneles de cera que cubren con excrementos (heces). El estado larval es la única etapa de la vida que consume cera de abeja. Las larvas típicamente consumen la cera que contiene crías de abejas (larvas de abejas melíferas y pupas), polen y miel. Las larvas prefieren el polen, sin embargo, las polillas de cera menor son a menudo encontrados alimentándose en el piso de la colmena porque la polilla mayor de la cera los supera (Egelie et al., 2015).

- **Pupas**

Las larvas maduras puparán en cualquier parte de la colmena de la abeja melífera y harán capullos de seda duros alrededor de sí mismos antes de pupar. Las pupas tienen aproximadamente 11 mm de largo y un color amarillo o blanco. Puede ser difícil identificar capullos ya que a menudo están cubiertos de excrementos y otros desechos. Las pupas puede tomar hasta dos meses para madurar, pero el tiempo promedio a la emergencia adulta es de aproximadamente 37 días (Egelie et al., 2015).

- **Adultos**

Los adultos de la polilla menor de la cera tienen aproximadamente media pulgada de largo y tienen cuerpos delgados. Su envergadura es aproximadamente media pulgada de ancho. En general, los machos son más pequeños que las hembras. Su coloración varía de gris plateado a beige y tienen una prominente cabeza amarilla. Los adultos viven aproximadamente una semana y son más activos por la noche. Su apareamiento normalmente ocurre en colmenas de abejas y los machos atraen a las hembras a sitios de apareamiento con señales ultrasónicas. Las hembras también ponen sus huevos por la noche. Durante el día, los adultos permanecen escondido en árboles y arbustos cerca de colmenas (Egelie et al., 2015).

#### **1.3.4. Ciclo biológico de la polilla menor de la cera (*Achroia grisella*)**

El estadio del huevo dura de 2 a 4 días y tiene 10 fases larvales, que en total duran de 34 a 48 días. La fase de pupa dura de 5 a 12 días (ALINE et al., 2007). Estos períodos pueden durar de acuerdo a la temperatura, el calor acelera su desarrollo. El adulto vive aproximadamente una semana (SINGH, 1962).

#### **1.3.5. Daños de la polilla menor de la cera (*Achroia grisella*)**

En la polilla menor, la secreción de seda es mínima, de ahí que sus daños aparezcan en forma de galerías con una estructura trenzada repletas de detritus, que atraviesan filas enteras de celdillas (Agacino, 1948).

#### **1.3.6. Galeriosis**

Saldivar (1979), indica que existen especies de polillas donde las larvas dañan los bastidores de cera, estas polillas pueden provocar que las abejas escapen de su colmena debido a la presencia del olor de las excreciones. A menudo se puede ver que el daño es

ocasionado por las larvas de las polillas; sin embargo, se encuentran casos en los que una enfermedad previa ha debilitado la población de abejas y las polillas van ganando cada vez más espacio, provocando cada vez más daño en la colmena, causando que los bastidores con cría y bastidores de cera no estén protegidos por las abejas; la *Galleria mellonella* se ve beneficiada a una temperatura de 30°C. Las colonias energéticas y fuertes impiden que las larvas formen galerías y se alimenten a su disposición de la cera que está en la colmena; a pesar de esto, encontramos a la polilla mayor en las colonias fuertes, excavando sus galerías bajo las cubiertas de opérculos de cría en desarrollo.

Según Zamorano (2009), en los meses más cálidos, cuando la población de *Galleria mellonella* es grande. Los apicultores suelen observar áreas donde las abejas obreras y los zánganos no pueden salir de sus celdas, se encuentran en una trampa entre hilos de seda retorcidos en forma de tubos por *Galleria mellonella* a su paso por la colonia. La revisión de los panales permite verificar si hay abejas afectadas al detectar una o tres larvas de *Galleria mellonella* en la parte inferior de la colmena, una condición conocida como galeriosis.

### **1.3.7. Métodos de control de la polilla menor de la cera**

Hay varias formas de controlar los lepidopteros (polillas) mecánicos (recolección a mano para luego aniquilar la plaga), físicos (intervención de factores como la temperatura, humedad y solarización), biológicos (uso de insectos benéficos como son los depredadores o insectos parásitos) y químicos (Utilizar agroquímicos o plaguicidas biológicos) (Burges, 1978; Charriere & Imdorf, 1997; Feldlaufer, et al, 1998; Kochansky, 2002) citados en Neira (2007).

Según Neira (2007), el aspecto más importante sería contar con colonias fuertes y energéticas, y para lograrlo sería necesario tirar material deteriorado, ya sea pisos, marcos o panales, para mantener una adecuada higiene dentro de la colonia. Además de lo anterior, el material debe almacenarse en un área ventilada y si fuera indispensable; utilizar rejillas que excluyan a la reina de las alzas superiores; además, los panales infestados de polillas deben retirarse y colocarse en colmenas resistentes para su limpieza y reparación.

- **Sulfuro de Carbono**

Líquido volátil, sus gases son más pesados que el aire, es tóxico aspirado en cantidades apreciables y altamente explosivo. Para efectuar la fumigación; se forman pilas de 5 a 6 alzas sobre una tapa metálica. En un recipiente de fondo plano se coloca el líquido, sobre la última alza apilada, luego se procede a colocar la tapa superior. Por su peso el gas bajará hasta el fondo de la pila. Para mejores resultados se recomienda sellar con papel engomado las uniones entre alza y alza. Para cada pila de alzas se requiere una cucharadita de Sulfato de Carbono. A los 10 - 15 días se deberá repetir el tratamiento (Saldivar, 1979).

- **Paradiclorobenzol**

Este producto se presenta en pequeños cristales blancos, al ser expuestos al aire se volatilizan lentamente. No es inflamable ni explosivo, además no es tóxico para los animales domésticos ni para los humanos. Para el tratamiento se apilan 5 o 6 alzas con sus cuadros, como en el método anterior, en los cabezales del alza de más arriba se coloca en papel sobre el que se esparce el paradichlorobenzol con 100 gramos son suficientes, cubriendo el montón con una tapa, la acción de los gases es en corto tiempo, causando la muerte de las polillas. El tratamiento debe repetirse a los 10 días. Después del tratamiento los panales deberán airearse profusamente antes de usarse. Este método se recomienda principalmente para panales vacíos que se van a almacenar no siendo conveniente para panal con miel en secciones, ya que ésta absorbe el olor del paradichlorobenzol, lo cual va en perjuicio de su comercialización (Saldivar, 1979).

- **Bromuro de Metilo**

Es un gas que hierve a 4.5°C y por lo cual se disipa con facilidad, su presentación comercial es en cilindros de 5, 25 y 70 kg que es bastante efectivo, pues mata las polillas en todos sus estados, incluso los huevecillos. Por su olor a cloroformo, el hombre al inhalar cantidades apreciables del gas puede intoxicarse; por lo cual se recomienda el uso de careta anti-gas cuando se está manejando. Los mejores resultados de la fumigación con bromuro de metilo son en locales cerrados. Para lo cual se apilan las alzas, procurando dejar espacio entre ellas y elevadas del suelo, esto es para que el gas se distribuya y logre su mejor efecto. Para fumigaciones en locales cercados o cámaras herméticas se usan de 16 a 40 gramos por metro cúbico, aplicado durante 12 horas (Saldivar, 1979).

- **Cianuro de Calcio**

Este producto en un ambiente húmedo se transforma en ácido cianhídrico, que es sumamente venenoso. Para una pila de 5 a 6 alzas es suficiente 15 gramos colocados en un recipiente de latón de fondo plano, sobre los cabezales de la última alza, se debe tener la precaución de sellar todas las aberturas externas con papel engomado. Al aire libre este producto no presenta toxicidad, si no se inhalan sus vapores, pero en locales cerrados se hace indispensable la careta antigás. Cuando se ha fumigado un local con cianuro de calcio, se debe airear profusamente antes de entrar en él. En locales cerrados herméticamente bastan de 13 a 15 g/m<sup>3</sup> (Saldivar, 1979).

- **Anhídrido sulfuroso**

Este gas, que es producido al quemar flor de azufre, mata a larvas, pupas y adultos. Se humedece con alcohol 50 g. de azufre, que colocado en un recipiente, se pone en el fondo y se le prende fuego; seguidamente se colocan las alzas hasta hacer una pila de 5 o 6, procediendo a cubrirlas con una tapa, también se puede usar para la fumigación de locales cerrados (Saldivar, 1979).

Según Omkar (2017), El método más simple de control sería conseguir que las colmenas tengan una mayor población para soportar la plaga de *Galleria melonella* o almacenar los panales en cámaras frigoríficas. Cuando no se disponga de las cámaras frías o no hay estaciones frías durante la actividad apícola se puede usar el dibromuro de etileno o se pueden usar *Bacillus thuringiensis* rociado en la cera estampada, que hace que las larvas de *Galleria melonella* jóvenes sean muy susceptibles al alimentarse.

Aún no se ha desarrollado una técnica eficaz para disminuir a esta plaga. Aunque hay varias posibilidades, todavía son imperfectas y se requiere de estudios complementarios para encontrar técnicas o métodos efectivas para disminuir la población de *Galleria mellonella* (Kwadha et al., 2017).

Vandenberg & Shimanuki (1990); citados por Zamorano (2009), en los panales que se utilizó *Bacillus thuringiensis* y estuvieron guardados a 30 °C presento daño moderado en 2 a 4 meses, frente a larvas de *Galleria mellonella*.

### **1.3.8. Tratamiento de la polilla menor de la cera**

Una vez que por inadecuado manejo o por debilidad de la colmena se introduzcan hembras de la polilla y empiecen a poner huevos; el ataque de las larvas será muy severo en los panales de cría, panales que la reina ya no utilizará para la postura. Lo mejor es fundir los panales atacados por la larva de la polilla. Cambiar los panales de cría que estén sanos, a otras colmenas más fuertes, sacar la miel y al atardecer sacrificar a todo el enjambre con azufre. Después se funden los panales utilizables y se flamea la colmena. Cuando el ataque de la polilla ha avanzado demasiado, las abejas prefieren emigrar a otra habitación, dado el olor repugnante de las larvas y excrementos de las polillas (Saldivar, 1979).

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Ubicación**

El trabajo se realizó en el almacén del apiario de Wayllpampa de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en Ayacucho a 2485 m.s.n.m.

#### **2.2. Materiales y equipos**

##### **2.2.1. Insecticida biológico**

El insecticida biológico BioSpore, corresponde a un producto comercial de la empresa FARMAGRO cuya composición es de un 6.4% de toxinas activas de *Bacillus thuringiensis* variedad Kurstaki y 93.6% de aditivos, destinado principalmente a lepidópteros. Este producto se consiguió en una tienda de agroquímicos de la ciudad.

##### **2.2.2. Portanúcleos**

Los portanúcleos utilizados pertenecen al apiario del centro experimental de Wallyapampa. En total se utilizaron ocho portanúcleos; a cada uno se puso tres bastidores con panal.

##### **2.2.3. Agua embotellada**

Se optó por utilizar agua embotellada la cual no presenta aditivos y tiene el pH neutro, esto evitó modificar la calidad del bioinsecticida durante su preparación.

##### **2.2.4. Termohigrómetro digital**

El cual se utilizó para registrar la temperatura y la humedad relativa del almacén, donde se instaló el experimento.

### **2.2.5. Otros materiales y equipos**

- Caballetes de metal
- Linterna
- Estilete
- Cámara fotográfica
- Probeta
- Envase pequeño
- Jarra de 1 litro
- Pulverizadores manuales
- Cinta de embalaje
- Plumón marcador
- Lápiz
- Cartilla de evaluación

### **2.3. Metodología**

Para evaluar y cumplir con los objetivos del trabajo de investigación se procedió del siguiente modo.

#### **2.3.1. Periodo experimental**

El trabajo de campo en el almacén de Wayllapampa se inició en octubre del 2016 y culminó en octubre del 2017.

#### **2.3.2. Obtención de los panales de abeja**

Estos se obtuvieron del apiario de Wayllapampa después de finalizar la cosecha de miel. Se logró recolectar 24 panales de abeja los cuales reunían las características deseadas para realizar el trabajo de investigación: color y sanidad.

#### **2.3.3. Tratamiento en frio de los panales de abeja**

Se sometieron los panales de abeja en una cámara de frio a 0°C por 48 horas, tiempo suficiente para eliminar larvas y huevos de la polilla de la cera. La cámara de frio fue facilitada por el laboratorio de Fisiología Vegetal.



#### 2.3.4. Acondicionamiento del almacén y los portanúcleos

Al tener una ventana el almacén se optó por colocar los portanúcleos con la piquera dirigida a la ventana, buscando que estén iluminados de forma similar. En los portanúcleos fueron sellados los respiraderos, luego se marcaron por tratamiento. Cada portanúcleo tuvo en su interior 3 panales (figura 2.1 y 2.2).



**Figura 2.1.** Distribución de tratamientos en portanúcleos y selección de panales de cera.



**Figura 2.2.** Ubicación definitiva de los tratamientos, y del termohigrómetro digital.

### 2.3.5. Preparación y aplicación del producto de *Bacillus thuringiensis*

El producto comercial se preparó a la dosis de 50 g para un litro de agua, estos se combinaron en un pequeño recipiente removiendo bien para que no queden grumos. Se utilizó un pulverizador para aplicar aproximadamente 21 ml para ambos lados del panel, logrando que el producto llegue dentro de las celdas del panel uniformemente. Luego se dejó escurrir y finalmente fueron introducidos al portanúcleo (figuras 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6).



Figura 2.3. Producto formulado BioSpore 6.4%

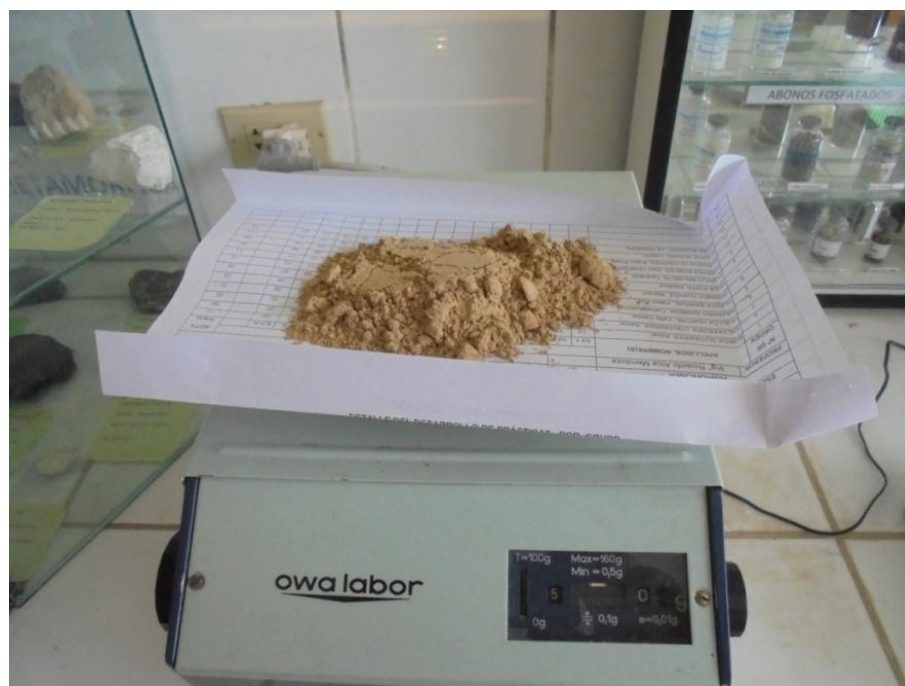


Figura 2.4. Pesado de 50 g del producto Bio Spore 6.4%.



**Figura 2.5.** Mezcla del bioinsecticida y agua



**Figura 2.6.** Aplicación de *Bacillus thuringiensis* con un aspersor de mano.

Posteriormente se realizaron 4 aplicaciones más del *Bacillus thuringiensis* a los portanúcleos del tratamiento. Estos fueron aplicados previa evaluación, según la cantidad de huevo o larvas encontradas.

**Tabla 2.1.** Fecha de aplicación *Bacillus thuringiensis* de cuando se tuvo poblaciones de huevos o larvas de *Achroia grisella*

Número de aplicación	Fecha de aplicación	Población de huevos	Población de larvas
1ra	12.10.16	0.0	0.0
2da	17.12.16	1.3	0.0
3ra	04.02.17	0.0	0.9
4ta	08.05.17	1.5	0.3
5ta	01.09.17	0.0	1.8

### 2.3.6. Conteo de los estados de la polilla de la cera y el porcentaje dañado

La observación y el conteo de la polilla en el panal se realizaron colocando encima un bastidor sin panal pero dividido con alambre galvanizado en 24 cuadrantes (figuras 2.7 y 2.8).



**Figura 2.7.** Conteo de las celdas dañadas, huevos, larvas, pupas y adultas de *Achroia grisella*.



**Figura 2.8.** Bastidor con cera de abeja y encima otro bastidor dividido en cuadrantes para el conteo.

### 2.3.7. Diseño experimental y tratamiento

Se utilizó un portanúcleo como una unidad experimental. En cada unidad experimental se colocarán 3 bastidores con panel. El diseño estadístico fue el Bloque Completo Randomizado, con un tratamiento y un testigo, y con 4 repeticiones.

To = Testigo (sin aplicación) de *Bacillus thuringiensis*

T1 = 50 g de Bio Spore (*Bacillus thuringiensis*)



**Figura 2.9.** Portanúcleos con los tratamientos ubicados en el almacén

#### **2.4. Análisis estadístico**

Los datos de la población de huevos, larvas, pupas, adultos de la polilla de la cera y el porcentaje de panal dañado, fueron analizados mediante análisis de varianza, pruebas de contraste y gráficos.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando las condiciones en que se realizó la investigación se obtuvo los siguientes resultados.

#### **3.1. Porcentaje de daño causado por larvas de la polilla *Achroia grisella*, en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk)**

Los resultados obtenidos expresados en porcentajes de celdas dañadas por bastidores se presentan en la tabla 3.1 y en la figura 3.1. Se observa en 60 evaluaciones el porcentaje de celdas dañadas producidas por larvas de *Achroia grisella* en los panales testigos y en los que se aplicó *Bacillus thuringiensis*. Los datos fueron graficados en la figura 3.1. Se aprecia que durante las primeras 20 evaluaciones se incrementa el porcentaje de celdas dañadas, pero escasamente, llegando a ser en el testigo 1.35% y en el tratamiento 0.73%. A partir de la evaluación 21 los daños se incrementan rápidamente en el testigo, llegando en la evaluación 40 a 27.80% las celdas dañadas por panal. En el tratamiento el incremento del porcentaje de celdas dañadas, fue lento llegando en la evaluación número 40 a ser 6.87%.

En el testigo, el porcentaje de daños se mantiene alrededor del 28% desde la evaluación 40 hasta la 45; mientras que, en el tratamiento se observa similar tendencia desde la evaluación 46 hasta la última evaluación (60). En el testigo los daños se incrementaron significativamente llegando a dañar al 57.10% de celdas por panal; en los panales tratados, en la última evaluación se registró 19.35% de celdas dañadas por panal; en consecuencia, se produjo disminución de daños en 37.80% por acción de *Bacillus thuringiensis*.

**Tabla 3.1.** Porcentaje de celdas dañadas/panal durante 60 evaluaciones

<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>	<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>
<b>1</b>	0.00	0.00	<b>31</b>	12.58	3.72
<b>2</b>	0.08	0.09	<b>32</b>	16.23	3.70
<b>3</b>	0.13	0.18	<b>33</b>	16.23	3.71
<b>4</b>	0.14	0.19	<b>34</b>	20.67	3.92
<b>5</b>	0.21	0.22	<b>35</b>	21.23	3.94
<b>6</b>	0.27	0.30	<b>36</b>	22.93	4.13
<b>7</b>	0.31	0.35	<b>37</b>	24.13	4.34
<b>8</b>	0.38	0.41	<b>38</b>	26.92	4.63
<b>9</b>	0.50	0.45	<b>39</b>	27.66	5.18
<b>10</b>	0.61	0.46	<b>40</b>	27.80	6.87
<b>11</b>	0.72	0.49	<b>41</b>	27.98	6.87
<b>12</b>	0.81	0.51	<b>42</b>	28.19	6.87
<b>13</b>	0.88	0.53	<b>43</b>	28.33	7.80
<b>14</b>	0.92	0.53	<b>44</b>	28.60	8.34
<b>15</b>	1.08	0.55	<b>45</b>	28.95	8.34
<b>16</b>	1.19	0.58	<b>46</b>	29.80	8.34
<b>17</b>	1.23	0.60	<b>47</b>	30.76	9.92
<b>18</b>	1.29	0.60	<b>48</b>	31.39	9.92
<b>19</b>	1.34	0.72	<b>49</b>	32.85	9.92
<b>20</b>	1.35	0.73	<b>50</b>	33.68	9.92
<b>21</b>	1.54	0.78	<b>51</b>	34.91	9.92
<b>22</b>	1.84	0.87	<b>52</b>	36.71	13.27
<b>23</b>	2.21	1.10	<b>53</b>	38.73	13.27
<b>24</b>	2.61	1.47	<b>54</b>	41.25	13.27
<b>25</b>	3.41	2.18	<b>55</b>	43.68	16.19
<b>26</b>	4.37	2.35	<b>56</b>	46.84	16.27
<b>27</b>	6.10	2.35	<b>57</b>	48.78	16.29
<b>28</b>	14.38	3.08	<b>58</b>	52.85	16.29
<b>29</b>	13.09	3.08	<b>59</b>	54.98	18.91
<b>30</b>	13.50	3.48	<b>60</b>	57.10	19.35

% D To = Dañadas en el Testigo

% D T = Dañadas con el tratamiento



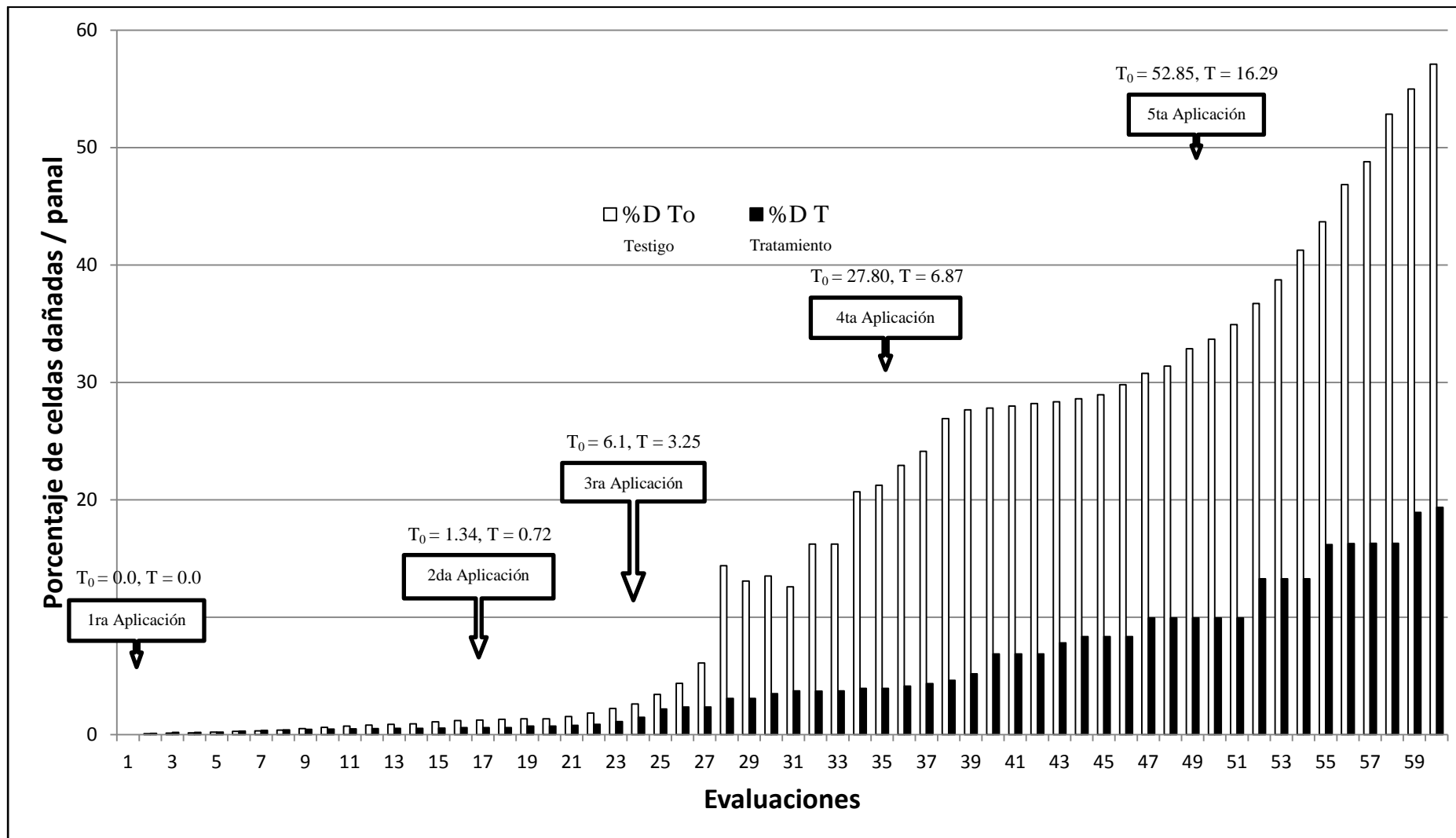
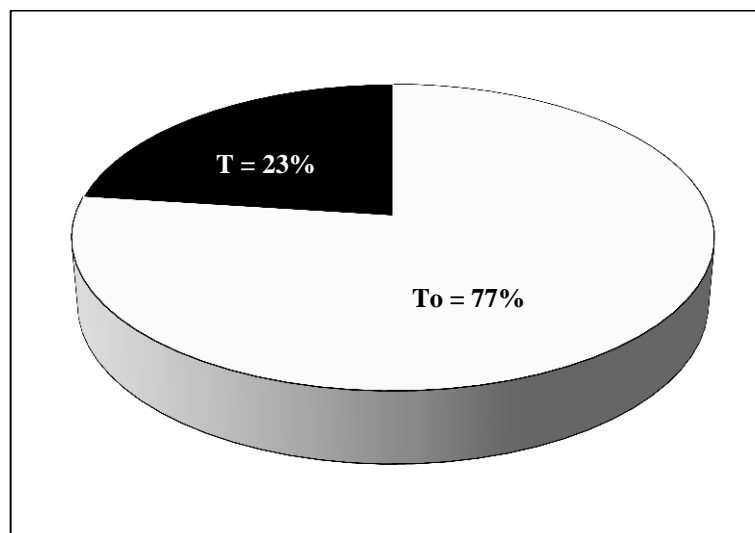


Figura 3.1. Porcentaje promedio de celdas dañadas en paneles con *Bacillus thuringiensis* (T) y Testigo (To)

En la figura 3.2 se ha graficado el total de celdas dañadas, tanto el que corresponde al tratamiento como al testigo. El 77% de celdas dañadas corresponde al testigo mientras que al tratamiento el 23%.



**Figura 3.2.** Porcentaje total (60 evaluaciones) de celdas dañadas en panales tratados con *Bacillus thuringiensis* (T) y en el Testigo (To)

El análisis de varianza (Anexo 5) da como resultado que hay diferencia entre el tratamiento y el testigo al 99% de probabilidad referido a la población de celdas dañadas por la polilla menor de la cera. Según la prueba de T con un 14.67 % de coeficiente de variación, hay diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento (Anexo 06).

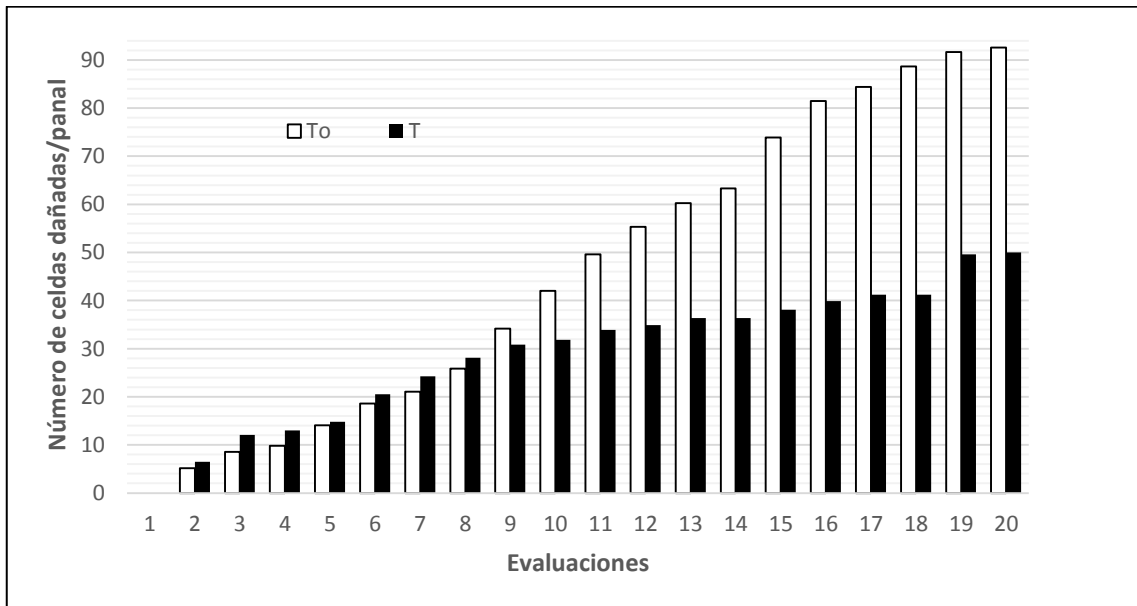
En la tabla 3.2 se aprecia la prueba de T para el porcentaje total de celdas dañadas; resultando que se produce mayor daño de celdas en los panales del testigo (20.9) en comparación a los panales tratados con *Bacillus thuringiensis* (11.2) con una probabilidad al 95 %.

**Tabla 3.2.** Prueba de T para el porcentaje total de celdas dañadas

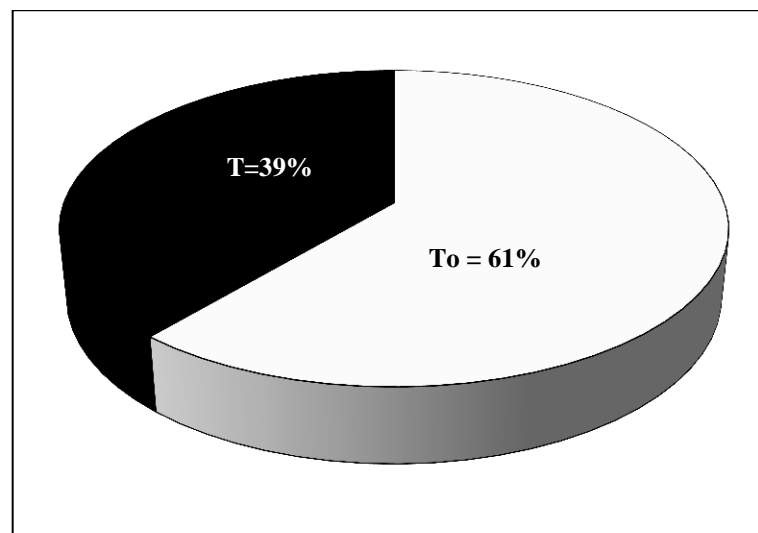
	Datos Reales	Datos Trasformados	t de student (0.05)
<b>Tratamiento</b>	11.2	3.14	a
<b>Testigo</b>	20.9	4.17	b

En la figura del 3.3 se ha graficado la población de celdas dañadas en el testigo y en el tratamiento para las primeras 20 evaluaciones; con la finalidad de clarificar los

resultados mostrados en la figura 3.1. Se aprecia que inicialmente hay más celdas dañadas en el tratamiento que en el testigo; recién en la novena evaluación la población de celdas dañadas es mayor en el testigo que en el tratamiento, esta tendencia continua hasta la evaluación 20. En el periodo indicado, sumando el total de celdas dañadas del testigo y del tratamiento se confeccionó la figura 3.4, hubo más celdas dañadas en el testigo (61%) que en el tratamiento (39%).

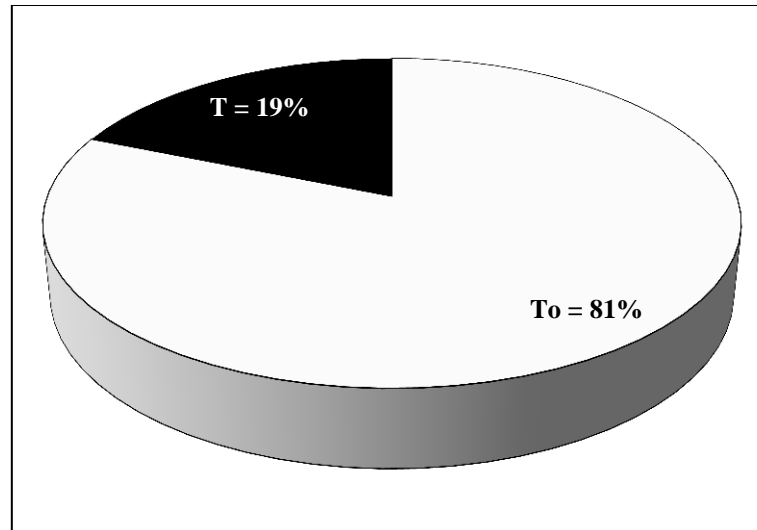


**Figura 3.3.** Número de celdas dañadas en Paneles tratados con *Bacillus thuringiensis* (T) y en el Testigo (To) durante las primeras 20 evaluaciones

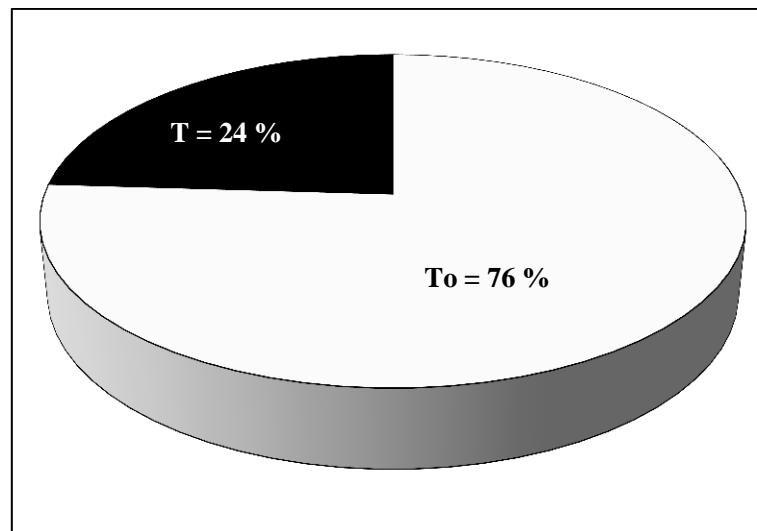


**Figura 3.4.** Porcentaje de celdas dañadas en los paneles tratados con *Bacillus thuringiensis* (T) y en el Testigo (To), durante las primeras 20 evaluaciones

En la figura 3.5 y 3.6 se ha graficado el porcentaje de celdas dañadas considerando el total de celdas dañadas desde la evaluación 21 al 40 y desde la evaluación 41 al 60, respectivamente; resultando que hay más celdas dañadas en el testigo (81% y 76%) que en el tratamiento (19% y 24 %).



**Figura 3.5.** Porcentaje de celdas dañadas en los panales tratados con *Bacillus thuringiensis* (T) y en el Testigo (To), durante evaluaciones del 21 al 40



**Figura 3.6.** Porcentaje de celdas dañadas en los panales tratados con *Bacillus thuringiensis* (T) y en el Testigo (To), durante las evaluaciones del 41 al 60

El porcentaje de celdas dañadas en los panales tratados con *Bacillus thuringiensis* (Bt) fue menor que en los no tratados con Bt debido a que las larvas de *Achroia grisella* consumieron cera en cuya superficie se encontraban las esporas de Bt., las larvas murieron debido a un proceso descrito por Soberon y Bravo, 2007; las esporas de Bt a

nivel del intestino medio se disolvieron y liberaron cristales de toxina las cuales se insertaron en la membrana de las células epiteliales destruyendo el epitelio; también debió ocurrir lo manifestado por Llorente (2004), las toxinas rompieron la pared intestinal formando poros, produciendo intoxicación para finalmente ocasionar la parálisis intestinal, dejando la larva de alimentarse y morir por inanición.

### **3.2. Población de huevos, larvas, pupas y adultos de la polilla de la cera en los panales tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki***

En todas las evaluaciones se registró la población de huevos, larvas, pupas y adultos de la polilla menor de la cera que se presentaron en los bastidores.

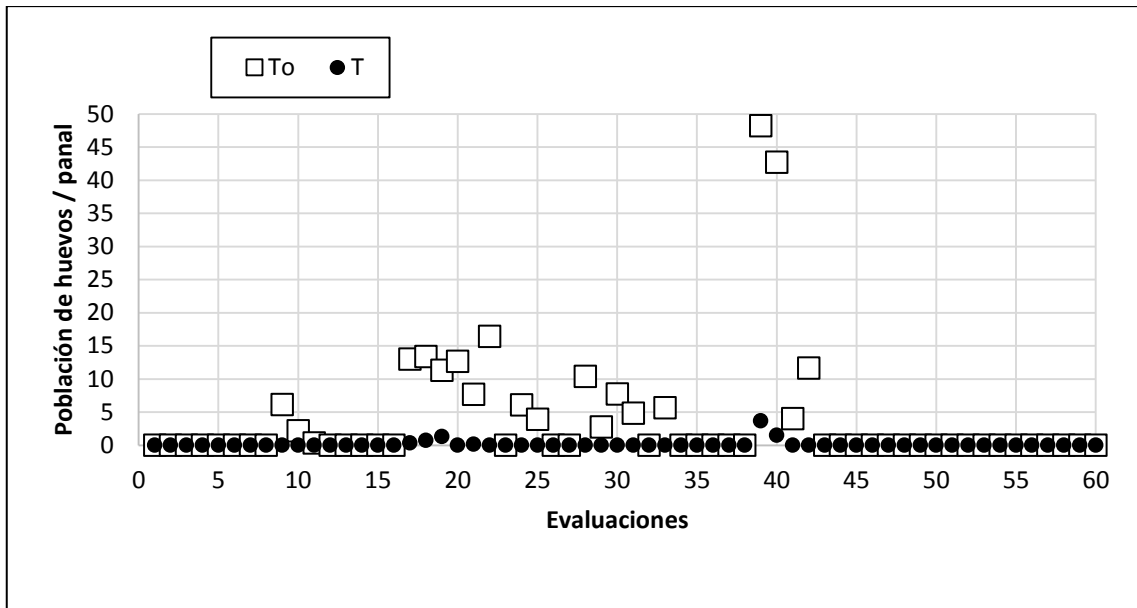
#### **3.2.1. Población de huevos encontrado en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki***

En la tabla 3.3 se muestra la población huevos por panal de *Achroia grisella* tanto en el testigo como en el tratamiento durante las 60 evaluaciones.

**Tabla 3.3.** Población de huevos encontrada en los panales en las 60 evaluaciones

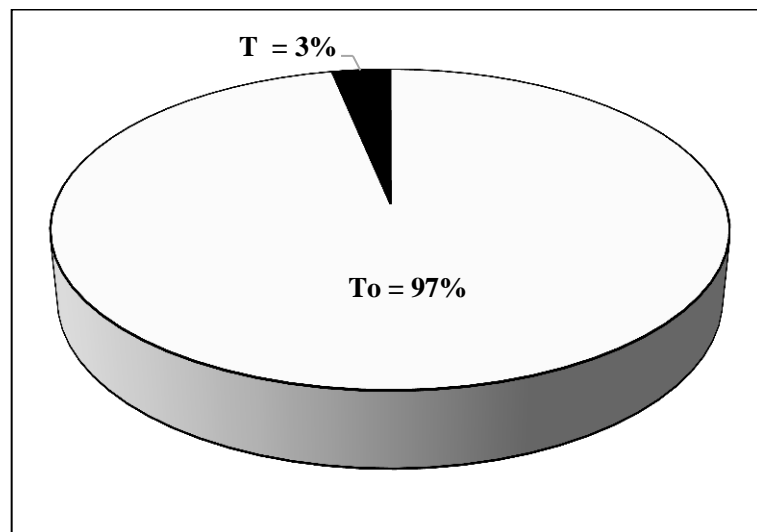
<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>	<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>
<b>1</b>	0.00	0.00	<b>31</b>	4.83	0.00
<b>2</b>	0.00	0.00	<b>32</b>	0.00	0.00
<b>3</b>	0.00	0.00	<b>33</b>	5.67	0.00
<b>4</b>	0.00	0.00	<b>34</b>	0.00	0.00
<b>5</b>	0.00	0.00	<b>35</b>	0.00	0.00
<b>6</b>	0.00	0.00	<b>36</b>	0.00	0.00
<b>7</b>	0.00	0.00	<b>37</b>	0.00	0.00
<b>8</b>	0.00	0.00	<b>38</b>	0.00	0.00
<b>9</b>	6.17	0.00	<b>39</b>	48.25	3.67
<b>10</b>	2.17	0.00	<b>40</b>	42.75	1.50
<b>11</b>	0.33	0.00	<b>41</b>	4.00	0.00
<b>12</b>	0.00	0.00	<b>42</b>	11.67	0.00
<b>13</b>	0.00	0.00	<b>43</b>	0.00	0.00
<b>14</b>	0.00	0.00	<b>44</b>	0.00	0.00
<b>15</b>	0.00	0.00	<b>45</b>	0.00	0.00
<b>16</b>	0.00	0.00	<b>46</b>	0.00	0.00
<b>17</b>	13.00	0.33	<b>47</b>	0.00	0.00
<b>18</b>	13.42	0.75	<b>48</b>	0.00	0.00
<b>19</b>	11.33	1.33	<b>49</b>	0.00	0.00
<b>20</b>	12.67	0.00	<b>50</b>	0.00	0.00
<b>21</b>	7.67	0.17	<b>51</b>	0.00	0.00
<b>22</b>	16.42	0.00	<b>52</b>	0.00	0.00
<b>23</b>	0.00	0.00	<b>53</b>	0.00	0.00
<b>24</b>	6.08	0.00	<b>54</b>	0.00	0.00
<b>25</b>	3.92	0.00	<b>55</b>	0.00	0.00
<b>26</b>	0.00	0.00	<b>56</b>	0.00	0.00
<b>27</b>	0.00	0.00	<b>57</b>	0.00	0.00
<b>28</b>	10.42	0.00	<b>58</b>	0.00	0.00
<b>29</b>	2.75	0.00	<b>59</b>	0.00	0.00
<b>30</b>	7.75	0.00	<b>60</b>	0.00	0.00

En la figura 3.7 podemos apreciar, en el testigo se produjo en 2 momentos mayor población de huevos, uno registrado en la evaluación 22 (16.42 huevos/panal) y otro en la evaluación 39 (48.25 huevos/panal); mientras que en el tratamiento la máxima población de huevos fue registrado en la evaluación 39 (3.67 huevos/panal); solo en 6 evaluaciones de las 60 efectuadas se registraron huevos en los panales tratados con *Bacillus thuringiensis*.



**Figura 3.7.** Población de huevos registrados en los panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

En la figura 3.8 se ha graficado el % total de huevos presentes en los panales tanto en el testigo como en el tratamiento aplicado con *Bacillus thuringiensis*, resultando que el 97 % corresponde al testigo y solo el 3% a los panales tratados con *Bacillus thuringiensis*.



**Figura 3.8.** Porcentaje de la población huevos del total que corresponden a los panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

En la tabla 3.4 se muestra el ANVA, indica que hay diferencia altamente significativa en el tratamiento; lo cual es confirmado por la prueba de T student (Tabla 3.5) es decir que más huevos se presentan en los panales testigo que en los panales tratados con

*Bacillus thuringiensis*. Esto demuestra la eficiencia del uso de *Bacillus thuringiensis* según Ellis & Hayes (2009) en su trabajo, en una menor población de huevos en los panales con tratamiento con respecto al testigo.

**Tabla 3.4.** Análisis de variancia para la población de huevos en panales del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y Testigo (To)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Bloque</b>	59	9.752785	0.165301	1.744600	1.54	1.85 *
<b>Tratamiento</b>	1	2.454422	2.454422	25.904087	4	7.08 **
<b>Error</b>	59	5.590271	0.094750			
<b>Total</b>	119	17.797478				

C. V. = 26.21 %

Según la prueba de T Student (Tabla 3.5) la población de huevos presentes en el panal del testigo y del tratamiento son diferentes estadísticamente al 95% de probabilidad. En los panales tratados con Bt hubo menos huevos (0.13) que en los panales testigo (3.85).

**Tabla 3.5.** Prueba T student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales (Población de huevos en panales del testigo y del tratamiento)

	Datos Reales	Datos Trasformados	t de student (0.05)
<b>Testigo</b>	3.85	1.75	a
<b>Tratamiento</b>	0.13	1.05	b

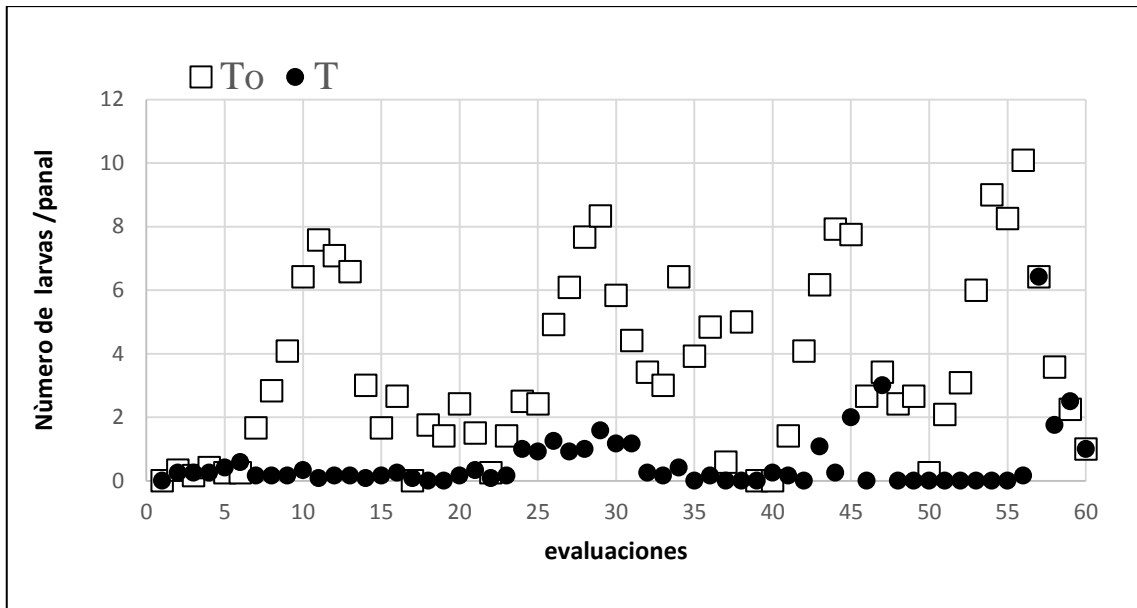
### 3.2.2. Población de larvas encontrada en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*

En la tabla 3.6 se muestra la población larvas de *Achroia grisella* por panal tanto en el testigo como en el tratamiento durante las 60 evaluaciones. Estos datos se graficaron en la figura 3.9. En el grafico se puede observar que en el testigo en las evaluaciones 11, 29, 44 y 56 se incrementan mayor población de larvas 7.58, 8.33, 7.92 y 10.08, respectivamente. En las mismas evaluaciones en los panales tratados con Bt se registraron 0.08, 1.58, 0.25 y 0.17 larvas por panal, respectivamente.



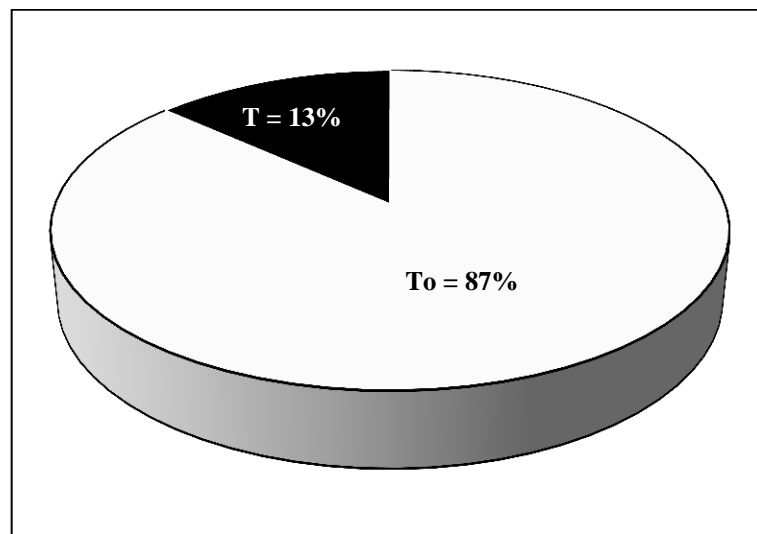
**Tabla 3.6.** Población de larvas encontrada en los panales en las 60 evaluaciones

<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>	<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>
<b>1</b>	0.00	0.00	<b>31</b>	4.42	1.17
<b>2</b>	0.33	0.25	<b>32</b>	3.42	0.25
<b>3</b>	0.17	0.25	<b>33</b>	3.00	0.17
<b>4</b>	0.42	0.25	<b>34</b>	6.42	0.42
<b>5</b>	0.25	0.42	<b>35</b>	3.92	0.00
<b>6</b>	0.25	0.58	<b>36</b>	4.83	0.17
<b>7</b>	1.67	0.17	<b>37</b>	0.58	0.00
<b>8</b>	2.83	0.17	<b>38</b>	5.00	0.00
<b>9</b>	4.08	0.17	<b>39</b>	0.00	0.00
<b>10</b>	6.42	0.33	<b>40</b>	0.00	0.25
<b>11</b>	7.58	0.08	<b>41</b>	1.42	0.17
<b>12</b>	7.08	0.17	<b>42</b>	4.08	0.00
<b>13</b>	6.58	0.17	<b>43</b>	6.17	1.08
<b>14</b>	3.00	0.08	<b>44</b>	7.92	0.25
<b>15</b>	1.67	0.17	<b>45</b>	7.75	2.00
<b>16</b>	2.67	0.25	<b>46</b>	2.67	0.00
<b>17</b>	0.00	0.08	<b>47</b>	3.42	3.00
<b>18</b>	1.75	0.00	<b>48</b>	2.42	0.00
<b>19</b>	1.42	0.00	<b>49</b>	2.67	0.00
<b>20</b>	2.42	0.17	<b>50</b>	0.25	0.00
<b>21</b>	1.50	0.33	<b>51</b>	2.08	0.00
<b>22</b>	0.25	0.08	<b>52</b>	3.08	0.00
<b>23</b>	1.42	0.17	<b>53</b>	6.00	0.00
<b>24</b>	2.50	1.00	<b>54</b>	9.00	0.00
<b>25</b>	2.42	0.92	<b>55</b>	8.25	0.00
<b>26</b>	4.92	1.25	<b>56</b>	10.08	0.17
<b>27</b>	6.08	0.92	<b>57</b>	6.42	6.42
<b>28</b>	7.67	1.00	<b>58</b>	3.58	1.75
<b>29</b>	8.33	1.58	<b>59</b>	2.25	2.50
<b>30</b>	5.83	1.17	<b>60</b>	1.00	1.00



**Figura 3.9.** Población de larvas registradas en los panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

En la figura 3.10 se ha graficado el total de larvas de los panales testigo y del tratamiento, resultando que el 87% de las larvas corresponden al testigo y un 13% a los panales tratados con Bt. Esto es congruente con los resultados obtenidos del número de celdas de cera dañadas por *Achroia grisella*. A mayor población de larvas mayor daño, Según McKillup & Brown (1991), se evitó casi por completo el daño los panales tratados, mientras que los panales sin tratar mostraron un daño promedio del 76%.



**Figura 3.10.** Porcentaje de larvas del total que corresponden a los panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

El ANVA de la tabla 3.7 da como resultado que hay diferencia en la fuente de variabilidad tratamiento, con una probabilidad al 99%. Este resultado es corroborado por la prueba T de Student (tabla 3.8) donde se aprecia que en el testigo hubo en promedio durante las 60 evaluaciones, 2 larvas por panal; mientras que en los panales tratados con Bt, 1.2 larvas.

**Tabla 3.7.** Análisis de variancia para la población de larvas en panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Bloque</b>	59	18.80366	0.31871	1.48224	1.54	1.85 ns
<b>Tratamiento</b>	1	20.42955	20.42955	95.01391	4	7.08 **
<b>Error</b>	59	12.68597	0.21502			
<b>Total</b>	119	51.91917				

C. V. = 28.64 %

Según la prueba de T student (tabla 3.8) la población de larvas entre el panal del testigo y del tratamiento son diferentes con una alta significación estadística, como consecuencia del uso de *Bacillus thuringiensis*. En el testigo hubo más larvas de la polilla que en tratamiento con Bt.

**Tabla 3.8.** Prueba T Student para la población de larvas por panal

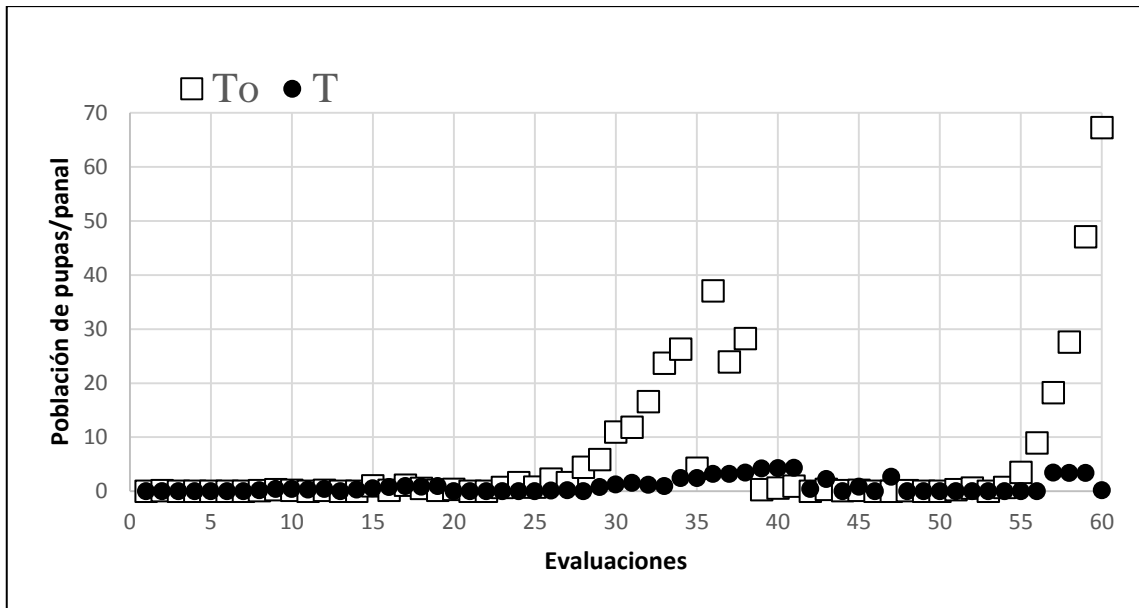
	Datos Reales	Datos Trasformados	t de student (0.05)
<b>Testigo</b>	3.56	2.03	a
<b>Tratamiento</b>	0.55	1.21	b

### 3.2.3. Población de pupas encontradas en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*

En la tabla 3.9 se muestra la población pupas de *Achroia grisella* por panal tanto en el testigo como en el tratamiento durante las 60 evaluaciones. Estos datos se graficaron en la figura 3.11. En el grafico se observa que en las evaluaciones 36 y 60 llegaron a un máximo de 37.08 y 67.25 pupas para el testigo, mientras que en el tratamiento 3.17 y 0.17 pupas por panal. En las últimas evaluaciones, en el testigo, la población de pupas se incrementa considerablemente, debido se corrobora con que muchos panales han sido dañados severamente.

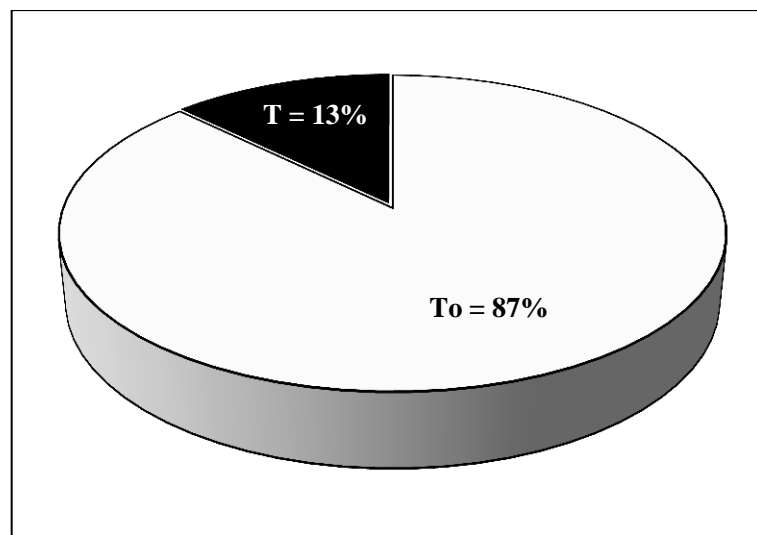
**Tabla 3.9.** Población de pupas encontrada en los panales en las 60 evaluaciones

<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>	<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>
<b>1</b>	0.00	0.00	<b>31</b>	11.83	1.50
<b>2</b>	0.08	0.00	<b>32</b>	16.58	1.17
<b>3</b>	0.00	0.00	<b>33</b>	23.67	0.92
<b>4</b>	0.00	0.00	<b>34</b>	26.25	2.42
<b>5</b>	0.00	0.00	<b>35</b>	4.25	2.42
<b>6</b>	0.00	0.00	<b>36</b>	37.08	3.17
<b>7</b>	0.00	0.00	<b>37</b>	23.92	3.17
<b>8</b>	0.08	0.17	<b>38</b>	28.25	3.42
<b>9</b>	0.25	0.42	<b>39</b>	0.25	4.17
<b>10</b>	0.17	0.42	<b>40</b>	0.58	4.25
<b>11</b>	0.00	0.25	<b>41</b>	0.92	4.33
<b>12</b>	0.17	0.42	<b>42</b>	0.00	0.42
<b>13</b>	0.00	0.00	<b>43</b>	0.33	2.25
<b>14</b>	0.00	0.25	<b>44</b>	0.08	0.00
<b>15</b>	1.00	0.50	<b>45</b>	0.17	0.83
<b>16</b>	0.17	0.75	<b>46</b>	0.00	0.00
<b>17</b>	1.08	0.92	<b>47</b>	0.00	2.67
<b>18</b>	0.50	0.83	<b>48</b>	0.08	0.00
<b>19</b>	0.17	0.92	<b>49</b>	0.00	0.00
<b>20</b>	0.33	0.00	<b>50</b>	0.00	0.00
<b>21</b>	0.00	0.00	<b>51</b>	0.25	0.00
<b>22</b>	0.00	0.00	<b>52</b>	0.58	0.00
<b>23</b>	0.67	0.00	<b>53</b>	0.00	0.00
<b>24</b>	1.58	0.00	<b>54</b>	0.67	0.00
<b>25</b>	0.75	0.00	<b>55</b>	3.50	0.00
<b>26</b>	2.25	0.08	<b>56</b>	8.92	0.00
<b>27</b>	1.58	0.17	<b>57</b>	18.25	3.42
<b>28</b>	4.42	0.00	<b>58</b>	27.58	3.33
<b>29</b>	5.83	0.75	<b>59</b>	47.08	3.33
<b>30</b>	10.92	1.25	<b>60</b>	67.25	0.17



**Figura 3.11.** Población de pupas registradas en los panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

En la figura 3.12 se ha graficado el total de pupas encontrados en los panales del testigo y del tratamiento; resultando que el 13% de las pupas se encontraron en los panales tratados con Bt, mientras que al testigo correspondieron el 87% de las pupas.



**Figura 3.12.** Porcentaje de pupas del total que corresponden a los panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

La tabla 3.10 se muestra el ANVA, donde se aprecia que hay diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos. Efectuado la prueba T de student (Tabla 3.11) hay diferencia estadística entre la mayor población de pupas presentes en los

panales del testigo frente al tratamiento; en el testigo hubo en promedio 2.1 pupas por panal mientras que en los panales tratados con Bt 1.3 pupas.

**Tabla 3.10.** Análisis de variancia para la población de pupas en panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
						<b>0.05</b>
						<b>0.01</b>
<b>Bloque</b>	59	15.23619	0.25824	2.32299	1.54	1.85 **
<b>Tratamiento</b>	1	1.44020	1.44020	12.95530	4	7.08 **
<b>Error</b>	59	6.55886	0.11117			
<b>Total</b>	119	23.23525				

C. V. = 25.38%

**Tabla 3.11.** Prueba T Student para la población de pupas por panal

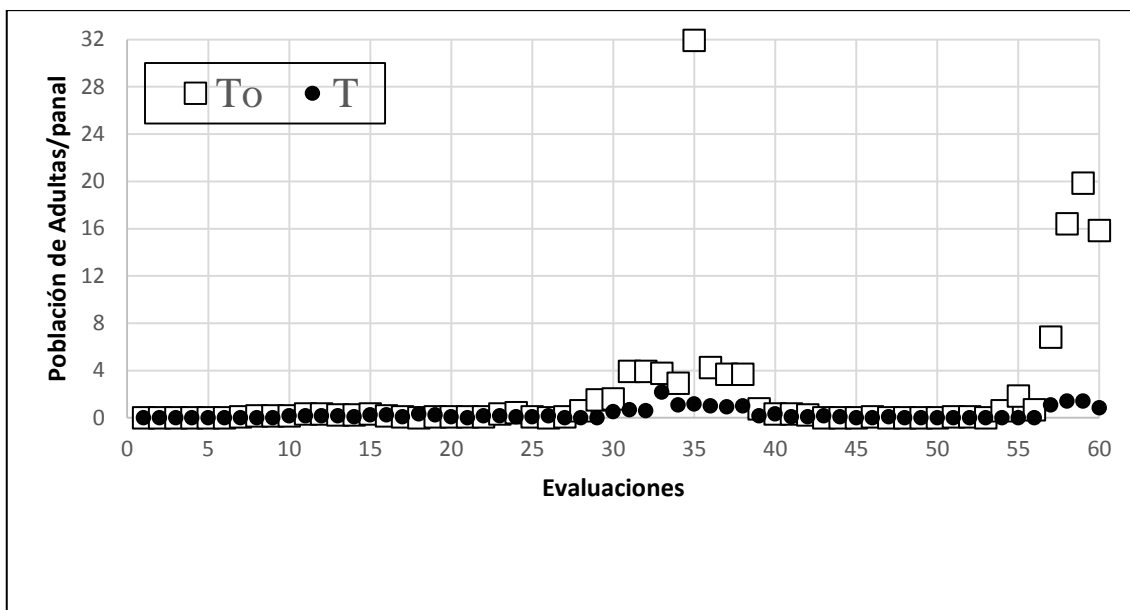
	Datos Reales	Datos Trasformados	t de student (0.05)
<b>Testigo</b>	6.34	2.08	a
<b>Tratamiento</b>	0.92	1.32	b

### 3.2.4. Población de adultas encontrada en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*

En la tabla 3.12 se muestra la población adulta de *Achroia grisella* por panal tanto en el testigo como en el tratamiento durante las 60 evaluaciones. Estos datos se graficaron en la figura 3.13; del grafico podemos apreciar que en la evaluación 35 y 59 llegaron a un máximo de 31.92 y 1.17 adultas en el testigo, mientras que en el tratamiento 19.83 y 1.42 polillas adultas. En las tres últimas evaluaciones, en el testigo, la población de adultas se incrementa considerablemente, debido a que muchas pupas ya culminaron su desarrollo.

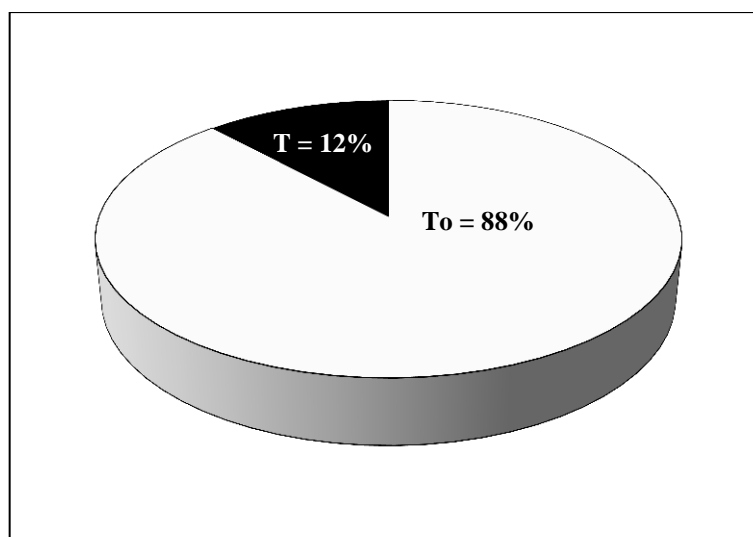
**Tabla 3.12.** Población de adultas encontradas en los panales en las 60 evaluaciones

<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>	<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>
<b>1</b>	0.00	0.00	<b>31</b>	3.92	0.67
<b>2</b>	0.00	0.00	<b>32</b>	3.92	0.58
<b>3</b>	0.00	0.00	<b>33</b>	3.75	2.17
<b>4</b>	0.00	0.00	<b>34</b>	2.92	1.08
<b>5</b>	0.00	0.00	<b>35</b>	31.92	1.17
<b>6</b>	0.00	0.00	<b>36</b>	4.25	1.00
<b>7</b>	0.08	0.00	<b>37</b>	3.67	0.92
<b>8</b>	0.17	0.00	<b>38</b>	3.67	1.00
<b>9</b>	0.17	0.00	<b>39</b>	0.75	0.17
<b>10</b>	0.17	0.17	<b>40</b>	0.33	0.33
<b>11</b>	0.33	0.17	<b>41</b>	0.33	0.08
<b>12</b>	0.33	0.17	<b>42</b>	0.25	0.08
<b>13</b>	0.25	0.17	<b>43</b>	0.00	0.17
<b>14</b>	0.25	0.08	<b>44</b>	0.00	0.08
<b>15</b>	0.33	0.25	<b>45</b>	0.00	0.00
<b>16</b>	0.17	0.25	<b>46</b>	0.08	0.00
<b>17</b>	0.08	0.08	<b>47</b>	0.00	0.08
<b>18</b>	0.00	0.33	<b>48</b>	0.00	0.00
<b>19</b>	0.08	0.25	<b>49</b>	0.00	0.00
<b>20</b>	0.08	0.08	<b>50</b>	0.00	0.00
<b>21</b>	0.08	0.00	<b>51</b>	0.08	0.00
<b>22</b>	0.08	0.17	<b>52</b>	0.08	0.00
<b>23</b>	0.33	0.17	<b>53</b>	0.00	0.00
<b>24</b>	0.42	0.08	<b>54</b>	0.58	0.00
<b>25</b>	0.08	0.08	<b>55</b>	1.83	0.00
<b>26</b>	0.00	0.17	<b>56</b>	0.67	0.00
<b>27</b>	0.08	0.00	<b>57</b>	6.83	1.08
<b>28</b>	0.58	0.00	<b>58</b>	16.42	1.42
<b>29</b>	1.50	0.00	<b>59</b>	19.83	1.42
<b>30</b>	1.58	0.50	<b>60</b>	15.83	0.83



**Figura 3.13.** Población de adultos registradas en los panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

En la figura 3.14 se ha graficado el total de polillas adultas presentes en el testigo como en el tratamiento; el 12% de las adultas corresponden a los panales tratados con Bt. y al testigo el 88%.



**Figura 3.14.** Porcentaje de Adultas del total que corresponden a panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

El ANVA de la tabla 3.13 muestra diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos. Esto demuestra la influencia del uso de *Bacillus thuringiensis* en la mayor población de adultas presentes en los panales del testigo frente al tratamiento. Este



resultado es corroborado por la prueba T de Student (tabla 3.14) donde se aprecia que en el testigo hubo en promedio, durante las 60 evaluaciones, 1.5 adultas por panel mientras que en los panales tratados con Bt 1.1 adultas.

**Tabla 3.13.** Análisis de variancia para la población de Adultas en panales de *Apis mellifera* del tratamiento con *Bacillus thuringiensis* (T) y en panales Testigo (To)

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	
						<b>0.05</b>
						<b>0.01</b>
<b>Bloque</b>	59	6.96032	0.11797	3.10736	1.54	1.85 **
<b>Tratamiento</b>	1	0.74182	0.74182	19.53941	4	7.08 **
<b>Error</b>	59	2.23995	0.03797			
<b>Total</b>	119	9.94208				

**C. V. = 16.66 %**

**Tabla 3.14.** Prueba t student para la población de polillas adulta

	<b>Datos Reales</b>	<b>Datos Trasformados</b>	<b>t de student (0.05)</b>
<b>Testigo</b>	2.05	1.50	a
<b>Tratamiento</b>	0.29	1.12	b

La población de huevos, larvas, pupas y adultas de *Achroia grisella* fue menor en los panales tratados con Bt en comparación con aquellos que actuaron como testigo. *Achroia grisella* tiene una metamorfosis completa, es decir atraviesa por los estados de huevos, larva, pupa y adulto, tal como lo reporta (Egelie et al., 2015). El bioinsecticia Bt variedad Kurstaki no tiene efecto ovicida tampoco afecta a las pupas y a los adultos debido a que produce efecto toxico por ingestión, además es larvicida actuando a nivel del intestino medio en larvas de lepidópteros. Al desarrollarse menor población de larvas por efecto del Bt, se produjo una menor población de pupas y a su vez una menor población de polillas adultas, que finalmente redundó en una menor producción de huevos en los panales al interior del portanúcleo.

## CONCLUSIONES

1. En el panal tratado con *Bacillus thuringiensis* (Var. Kurstaki) el 23% de sus celdas son dañadas por larvas de *Achroia grisella* y en el panal testigo el 77%; lo que representa reducción del daño en un 54%.
2. En el panal tratado con *Bacillus thuringiensis* (Var. Kurstaki) se encontró 0.1 huevos y en el testigo 3.8, con una disminución de la población de huevos en 94%; también se encontró en el tratamiento 0.6 larvas y en el testigo 3.6 larvas, con la disminución de la población de larvas en 74%; asimismo en el tratamiento se encontró 0.9 pupas y en el testigo 6.3 pupas, con la disminución en la población de pupas en 74%; y por último en el tratamiento se encontró 0.3 polillas y en el testigo 2.1 polillas, con una disminución en la población de polillas adultas de 76%.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda aplicar *Bacillus thuringiensis* a la dosis de 5% a los panales de cera de abeja antes de su almacenamiento previo escurrido. La frecuencia de aplicación es previa evaluación.
2. Efectuar estudios de *Bacillus thuringiensis* en la polilla mayor *Galleria mellonella* en condiciones de almacén.
3. Volver a efectuar el trabajo, pero liberando una población determinada de las larvas homogéneas de la polilla por portanúcleos e incrementar las repeticiones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agacino, P. E. M. (1948). *Las polillas de las colmenas*.
- ALINE C. CARDOSO, PRATA, M. C. D. A., FURLONG, J., & FÁBIOPREZOTO. (2007). *Exigências Térmicas de Estágios Imaturos de Galleria mellonella L. (Lepidoptera : Pyralidae)*. *October*, 657–661.
- Egelie, A. A., Mortensen, A. N., Barber, L., Sullivan, J., & Ellis, J. D. (2015). *Lesser Wax Moth Achroia grisella Fabricius ( Insecta : Lepidoptera : Pyralidae )* 1. 1–4.
- Ellis, A. M., & Hayes, G. W. (2009). Assessing the efficacy of a product containing bacillus thuringiensis applied To honey bee (Hymenoptera: Apidae) foundation As a control for galleria Mellonella (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Entomological Science*, 44(2), 158–163. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-44.2.158>
- Guiomar Nates-Parra. (2009). Abejas silvestres y polinización. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología ( Costa Rica )*, No . 7 5(Roubik 1995), 7–20.
- Gutiérrez, M., Elena, M., Vega, F., Mena, D., Solís, C., Varroasis, D. E. L. A., Elena, M., Gutiérrez, M., Vega, O. F., & Mena, D. D. (2003). *Control biológico*.
- INEI. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. In *Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario* (p. 62). <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>
- Kwadha, C. A., Ong'Amo, G. O., Ndegwa, P. N., Raina, S. K., & Fombong, A. T. (2017). The biology and control of the greater wax moth, *Galleria mellonella*. *Insects*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/INSECTS8020061>
- Laura, H. (2000). *Evaluación de Plagas y Enfermedades de Apis mellifera (Abeja doméstica) en el Valle de Huanta. Ayacucho, Perú*.
- Lecadet, M. (1970). *Bacillus thuringiensis toxins: The proteinaceous crystal*. En: *Microbial toxins*. Monti T, S. Kadus S, Ajl S, Academic Press New York, U.S.A. 5.
- Llorente, J. (2004). *Las enfermedades y enemigos de las abejas. Material curso: Las abejas y la apicultura*. España: Universidad de Oviedo.
- McKillup, S. C., & Brown, D. G. (1991). Evaluation of a formulation of bacillus thuringiensis against waxmoths in stored honeycombs. *Australian Journal of*

*Experimental Agriculture*, 31(5), 709–711.  
<https://doi.org/10.1071/EA9910709>

- Neira, M. (2007). *Sanidad apícola, principales enfermedades y enemigos de las abejas en Chile*. 35, 47–48.
- Omkar. (2017). Industrial entomology. In *Industrial Entomology* (Issue February).  
<https://doi.org/10.1007/978-981-10-3304-9>
- ORGANIZATION, W. H. (1999). *Microbial pest control agent Bacillus thuringiensis. Environmental health criteria*. 105.
- Portela, D. (2013). *Bacillus thuringiensis biotechnology in agriculture, Publicación Científica en Ciencias Biomédicas - Colombia*. 87.
- Saldivar, P. (1979). " *Plagas Y Enfermedades De Las Abejas* ".
- Sauka, D. H., & Benintende, G. B. (2008). Bacillus thuringiensis: Generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. *Revista Argentina de Microbiología*, 40(2), 124–140.
- SINGH, S. (1962). *Beekeeping in India. Indian Council of Agricultural Research New Delhi. 1st ed*, 214.
- Soberón, M., & Bravo, A. (2007). Las toxinas Cry de Bacillus thuringiensis: modo de acción y consecuencias de su aplicación. *Biotechnología*, 14, 303–314.  
[http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro\\_25\\_aniv/capitulo\\_27.pdf](http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_27.pdf)
- Tamez, P., Iracheta, M., Pereyra, B., Galan, L., Tamez, R., & Rodriguez, C. (2005). *Caracterización de cepas mexicanas de Bacillus thuringiensis toxicas para larvas de lepidópteros y coleópteros, ciencia Universidad autónoma de Nueva León. VIII*.
- Vandenberg, J. D., & Shimanuki, H. (1990). Application methods for Bacillus thuringiensis used to control larvae of the greater wax moth (Lepidoptera: Pyralidae) on stored beeswax combs. *Journal of Economic Entomology*, 83(3), 766–771. <https://doi.org/10.1093/jee/83.3.766>
- Yoret, M. (2006). *El ciclo biológico de la polilla grande de la cera. Publicaciones de IES Escola Municipal del Treball Granollers*.
- Zamorano, D. E. (2009). Uso Bacillus Thuringiensis L. Como Agente de Control de Larvas de la Polilla Mayor de la Cera Galleria mellonella L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Universidad Austral de Chile*, 55.  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/faz.25u/doc/faz.25u.pdf>

# ANEXOS

**Anexo 01.** Promedio de celdas dañadas por panel

<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>	<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>
<b>1</b>	0.00	0.00	<b>31</b>	863.25	255.03
<b>2</b>	5.17	6.50	<b>32</b>	1113.86	254.20
<b>3</b>	8.58	12.08	<b>33</b>	1113.86	254.95
<b>4</b>	9.83	13.00	<b>34</b>	1418.53	269.25
<b>5</b>	14.08	14.83	<b>35</b>	1457.44	270.59
<b>6</b>	18.58	20.50	<b>36</b>	1574.12	283.14
<b>7</b>	21.08	24.25	<b>37</b>	1656.42	297.94
<b>8</b>	25.83	28.08	<b>38</b>	1847.64	317.48
<b>9</b>	34.17	30.83	<b>39</b>	1898.75	355.27
<b>10</b>	42.00	31.83	<b>40</b>	1908.22	471.76
<b>11</b>	49.58	33.92	<b>41</b>	1920.50	471.76
<b>12</b>	55.33	34.92	<b>42</b>	1935.08	471.76
<b>13</b>	60.25	36.33	<b>43</b>	1944.75	535.39
<b>14</b>	63.33	36.33	<b>44</b>	1963.38	572.50
<b>15</b>	73.92	38.08	<b>45</b>	1986.96	572.67
<b>16</b>	81.50	39.92	<b>46</b>	2045.46	572.67
<b>17</b>	84.42	41.25	<b>47</b>	2111.61	680.83
<b>18</b>	88.67	41.25	<b>48</b>	2154.27	680.83
<b>19</b>	91.67	49.58	<b>49</b>	2254.84	680.83
<b>20</b>	92.58	50.00	<b>50</b>	2311.63	680.83
<b>21</b>	105.83	53.75	<b>51</b>	2396.04	680.83
<b>22</b>	126.08	59.58	<b>52</b>	2519.90	910.82
<b>23</b>	151.92	75.83	<b>53</b>	2658.61	910.82
<b>24</b>	179.00	100.92	<b>54</b>	2831.40	910.82
<b>25</b>	233.92	149.42	<b>55</b>	2998.23	1111.02
<b>26</b>	299.75	161.50	<b>56</b>	3215.12	1116.85
<b>27</b>	418.58	161.50	<b>57</b>	3348.58	1118.10
<b>28</b>	987.29	211.62	<b>58</b>	3627.43	1118.10
<b>29</b>	898.17	211.30	<b>59</b>	3774.01	1298.04
<b>30</b>	926.77	238.71	<b>60</b>	3919.39	1328.03

**Anexo 02.** Promedio de celdas por panel datos transformados con  $\text{Log}(x+1)$

<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>	<b>Evaluaciones</b>	<b>Sin Bacillus</b>	<b>Con Bacillus</b>
<b>1</b>	0.000	0.000	<b>31</b>	2.342	1.805
<b>2</b>	0.659	0.704	<b>32</b>	2.374	1.786
<b>3</b>	0.866	1.055	<b>33</b>	2.374	1.804
<b>4</b>	0.988	1.086	<b>34</b>	2.446	1.810
<b>5</b>	1.093	1.132	<b>35</b>	2.471	1.834
<b>6</b>	1.265	1.269	<b>36</b>	2.516	1.994
<b>7</b>	1.461	1.292	<b>37</b>	2.559	1.878
<b>8</b>	1.405	1.374	<b>38</b>	2.577	1.904
<b>9</b>	1.492	1.402	<b>39</b>	2.586	1.954
<b>10</b>	1.550	1.399	<b>40</b>	2.575	2.021
<b>11</b>	1.590	1.418	<b>41</b>	2.615	2.021
<b>12</b>	1.611	1.425	<b>42</b>	2.653	2.011
<b>13</b>	1.629	1.432	<b>43</b>	2.693	2.034
<b>14</b>	1.637	1.432	<b>44</b>	2.744	2.043
<b>15</b>	1.681	1.447	<b>45</b>	2.814	2.045
<b>16</b>	1.701	1.469	<b>46</b>	2.920	2.045
<b>17</b>	1.723	1.475	<b>47</b>	2.994	2.069
<b>18</b>	1.751	1.475	<b>48</b>	3.029	2.069
<b>19</b>	1.761	1.505	<b>49</b>	3.098	2.069
<b>20</b>	1.772	1.518	<b>50</b>	3.131	2.069
<b>21</b>	1.813	1.539	<b>51</b>	3.172	2.069
<b>22</b>	1.927	1.559	<b>52</b>	3.225	2.102
<b>23</b>	1.987	1.602	<b>53</b>	3.276	2.102
<b>24</b>	2.047	1.642	<b>54</b>	3.331	2.102
<b>25</b>	2.110	1.723	<b>55</b>	3.375	2.125
<b>26</b>	2.158	1.732	<b>56</b>	3.428	2.179
<b>27</b>	2.215	1.732	<b>57</b>	3.455	2.195
<b>28</b>	2.343	1.765	<b>58</b>	3.504	2.195
<b>29</b>	2.347	1.765	<b>59</b>	3.528	2.212
<b>30</b>	2.351	1.779	<b>60</b>	3.549	2.233



**Anexo 03.** Porcentaje de daño por panal en el testigo y el tratamiento

<b>Evaluación</b>	<b>To</b>	<b>T</b>	<b>%D To</b>	<b>%D T</b>	<b>Evaluación</b>	<b>To</b>	<b>T</b>	<b>%D To</b>	<b>%D T</b>
<b>1</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>31</b>	863.25	255.03	12.58	3.72
<b>2</b>	5.17	6.50	0.08	0.09	<b>32</b>	1113.86	254.20	16.23	3.70
<b>3</b>	8.58	12.08	0.13	0.18	<b>33</b>	1113.86	254.95	16.23	3.71
<b>4</b>	9.83	13.00	0.14	0.19	<b>34</b>	1418.53	269.25	20.67	3.92
<b>5</b>	14.08	14.83	0.21	0.22	<b>35</b>	1457.44	270.59	21.23	3.94
<b>6</b>	18.58	20.50	0.27	0.30	<b>36</b>	1574.12	283.14	22.93	4.13
<b>7</b>	21.08	24.25	0.31	0.35	<b>37</b>	1656.42	297.94	24.13	4.34
<b>8</b>	25.83	28.08	0.38	0.41	<b>38</b>	1847.64	317.48	26.92	4.63
<b>9</b>	34.17	30.83	0.50	0.45	<b>39</b>	1898.75	355.27	27.66	5.18
<b>10</b>	42.00	31.83	0.61	0.46	<b>40</b>	1908.22	471.76	27.80	6.87
<b>11</b>	49.58	33.92	0.72	0.49	<b>41</b>	1920.50	471.76	27.98	6.87
<b>12</b>	55.33	34.92	0.81	0.51	<b>42</b>	1935.08	471.76	28.19	6.87
<b>13</b>	60.25	36.33	0.88	0.53	<b>43</b>	1944.75	535.39	28.33	7.80
<b>14</b>	63.33	36.33	0.92	0.53	<b>44</b>	1963.38	572.50	28.60	8.34
<b>15</b>	73.92	38.08	1.08	0.55	<b>45</b>	1986.96	572.67	28.95	8.34
<b>16</b>	81.50	39.92	1.19	0.58	<b>46</b>	2045.46	572.67	29.80	8.34
<b>17</b>	84.42	41.25	1.23	0.60	<b>47</b>	2111.61	680.83	30.76	9.92
<b>18</b>	88.67	41.25	1.29	0.60	<b>48</b>	2154.27	680.83	31.39	9.92
<b>19</b>	91.67	49.58	1.34	0.72	<b>49</b>	2254.84	680.83	32.85	9.92
<b>20</b>	92.58	50.00	1.35	0.73	<b>50</b>	2311.63	680.83	33.68	9.92
<b>21</b>	105.83	53.75	1.54	0.78	<b>51</b>	2396.04	680.83	34.91	9.92
<b>22</b>	126.08	59.58	1.84	0.87	<b>52</b>	2519.90	910.82	36.71	13.27
<b>23</b>	151.92	75.83	2.21	1.10	<b>53</b>	2658.61	910.82	38.73	13.27
<b>24</b>	179.00	100.92	2.61	1.47	<b>54</b>	2831.40	910.82	41.25	13.27
<b>25</b>	233.92	149.42	3.41	2.18	<b>55</b>	2998.23	1111.02	43.68	16.19
<b>26</b>	299.75	161.50	4.37	2.35	<b>56</b>	3215.12	1116.85	46.84	16.27
<b>27</b>	418.58	161.50	6.10	2.35	<b>57</b>	3348.58	1118.10	48.78	16.29
<b>28</b>	987.29	211.62	14.38	3.08	<b>58</b>	3627.43	1118.10	52.85	16.29
<b>29</b>	898.17	211.30	13.09	3.08	<b>59</b>	3774.01	1298.04	54.98	18.91
<b>30</b>	926.77	238.71	13.50	3.48	<b>60</b>	3919.39	1328.03	57.10	19.35

**Anexo 04.** Datos transformados para realizar en ANVA

<b>Evaluación</b>	<b>%D To</b>	<b>%D T</b>	<b>ArcSEN(RCUAD(X/100))</b>		<b>RCUAD(X)</b>	
<b>1</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>2</b>	0.08	0.09	1.57	1.76	1.25	1.33
<b>3</b>	0.13	0.18	2.03	2.40	1.42	1.55
<b>4</b>	0.14	0.19	2.17	2.49	1.47	1.58
<b>5</b>	0.21	0.22	2.60	2.66	1.61	1.63
<b>6</b>	0.27	0.30	2.98	3.13	1.73	1.77
<b>7</b>	0.31	0.35	3.18	3.41	1.78	1.85
<b>8</b>	0.38	0.41	3.52	3.67	1.88	1.92
<b>9</b>	0.50	0.45	4.05	3.84	2.01	1.96
<b>10</b>	0.61	0.46	4.49	3.90	2.12	1.98
<b>11</b>	0.72	0.49	4.88	4.03	2.21	2.01
<b>12</b>	0.81	0.51	5.15	4.09	2.27	2.02
<b>13</b>	0.88	0.53	5.38	4.17	2.32	2.04
<b>14</b>	0.92	0.53	5.51	4.17	2.35	2.04
<b>15</b>	1.08	0.55	5.96	4.27	2.44	2.07
<b>16</b>	1.19	0.58	6.26	4.37	2.50	2.09
<b>17</b>	1.23	0.60	6.37	4.45	2.52	2.11
<b>18</b>	1.29	0.60	6.53	4.45	2.55	2.11
<b>19</b>	1.34	0.72	6.64	4.88	2.58	2.21
<b>20</b>	1.35	0.73	6.67	4.90	2.58	2.21
<b>21</b>	1.54	0.78	7.13	5.08	2.67	2.25
<b>22</b>	1.84	0.87	7.79	5.35	2.79	2.31
<b>23</b>	2.21	1.10	8.56	6.03	2.93	2.46
<b>24</b>	2.61	1.47	9.29	6.96	3.05	2.64
<b>25</b>	3.41	2.18	10.64	8.48	3.26	2.91
<b>26</b>	4.37	2.35	12.06	8.82	3.47	2.97
<b>27</b>	6.10	2.35	14.30	8.82	3.78	2.97
<b>28</b>	14.38	3.08	22.29	10.11	4.72	3.18
<b>29</b>	13.09	3.08	21.21	10.11	4.61	3.18
<b>30</b>	13.50	3.48	21.56	10.75	4.64	3.28
<b>31</b>	12.58	3.72	20.77	11.11	4.56	3.33
<b>32</b>	16.23	3.70	23.76	11.10	4.87	3.33
<b>33</b>	16.23	3.71	23.76	11.11	4.87	3.33
<b>34</b>	20.67	3.92	27.04	11.42	5.20	3.38
<b>35</b>	21.23	3.94	27.44	11.45	5.24	3.38
<b>36</b>	22.93	4.13	28.61	11.72	5.35	3.42
<b>37</b>	24.13	4.34	29.42	12.03	5.42	3.47

<b>Evaluación</b>	<b>%D To</b>	<b>%D T</b>	<b>ArcSEN(RCUAD(X/100)</b>		<b>RCUAD(X)</b>	
<b>38</b>	26.92	4.63	31.25	12.42	5.59	3.52
<b>39</b>	27.66	5.18	31.73	13.15	5.63	3.63
<b>40</b>	27.80	6.87	31.82	15.20	5.64	3.90
<b>41</b>	27.98	6.87	31.93	15.20	5.65	3.90
<b>42</b>	28.19	6.87	32.07	15.20	5.66	3.90
<b>43</b>	28.33	7.80	32.16	16.22	5.67	4.03
<b>44</b>	28.60	8.34	32.33	16.79	5.69	4.10
<b>45</b>	28.95	8.34	32.55	16.79	5.71	4.10
<b>46</b>	29.80	8.34	33.09	16.79	5.75	4.10
<b>47</b>	30.76	9.92	33.69	18.36	5.80	4.28
<b>48</b>	31.39	9.92	34.07	18.36	5.84	4.28
<b>49</b>	32.85	9.92	34.97	18.36	5.91	4.28
<b>50</b>	33.68	9.92	35.47	18.36	5.96	4.28
<b>51</b>	34.91	9.92	36.22	18.36	6.02	4.28
<b>52</b>	36.71	13.27	37.29	21.36	6.11	4.62
<b>53</b>	38.73	13.27	38.49	21.36	6.20	4.62
<b>54</b>	41.25	13.27	39.96	21.36	6.32	4.62
<b>55</b>	43.68	16.19	41.37	23.72	6.43	4.87
<b>56</b>	46.84	16.27	43.19	23.79	6.57	4.88
<b>57</b>	48.78	16.29	44.30	23.80	6.66	4.88
<b>58</b>	52.85	16.29	46.63	23.80	6.83	4.88
<b>59</b>	54.98	18.91	47.86	25.78	6.92	5.08
<b>60</b>	57.10	19.35	49.08	26.10	7.01	5.11

**Anexo 05.** Análisis de Varianza Porcentaje de daño causado por larvas de la polilla *Achroia grisella*, en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk)

<b>GT</b>	<b>439.02</b>
<b>GP</b>	3.66
<b>TC</b>	1606.16
<b>SC (bloques)</b>	270.014402
<b>SC (tratamientos)</b>	32.2224744
<b>SC (Total)</b>	319.019899
<b>SC (Error)</b>	16.783023

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Bloque</b>	59	270.01	4.58	16.09	1.54	1.85 **	
<b>Tratamiento</b>	1	32.22	32.22	113.28	4	7.08 **	
<b>Error</b>	59	16.78	0.28				
<b>Total</b>	119	319.019899					

**C.V.** = 14.58%

**Anexo 06.** Prueba de t student para 2 muestras entre los panales del testigo y el tratamiento con el uso de *Bacillus thuringiensis*

	<i>Testigo</i>	<i>Tratamiento</i>
Media	4.176690715	3.14031121
Varianza	3.497679861	1.36329344
Observaciones	60	60
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	99	
Estadístico t	3.64110182	
P(T<=t) una cola	0.000216983	
Valor crítico de t (una cola)	1.660391156	
P(T<=t) dos colas	0.000433966	
Valor crítico de t (dos colas)	1.984216952	

Ho To = T

Ha To ≠ T

T > Valor critico 3.64 > 1.98

Se acepta la Ha, si existe diferencia altamente significativa en el porcentaje de daño entre los panales del testigo y el tratamiento con el uso de *Bacillus thuringiensis*.

**Anexo 07.** Promedio de huevos por panal y datos transformados con  $\text{Log}(x+1)$  para realizar el Análisis de Varianza

Evaluación	Datos originales		Datos Trasformados	
	To	T	LOG((X+1)*10)	
	To	T	To	T
1	0.000	0.000	1.000	1.000
2	0.000	0.000	1.000	1.000
3	0.000	0.000	1.000	1.000
4	0.000	0.000	1.000	1.000
5	0.000	0.000	1.000	1.000
6	0.000	0.000	1.000	1.000
7	0.000	0.000	1.000	1.000
8	0.000	0.000	1.000	1.000
9	6.167	0.000	1.855	1.000
10	2.167	0.000	1.501	1.000
11	0.333	0.000	1.125	1.000
12	0.000	0.000	1.000	1.000
13	0.000	0.000	1.000	1.000
14	0.000	0.000	1.000	1.000
15	0.000	0.000	1.000	1.000
16	0.000	0.000	1.000	1.000
17	13.000	0.333	2.146	1.125
18	13.417	0.750	2.159	1.243
19	11.333	1.333	2.091	1.368
20	12.667	0.000	2.136	1.000
21	7.667	0.167	1.938	1.067
22	16.417	0.000	2.241	1.000
23	0.000	0.000	1.000	1.000
24	6.083	0.000	1.850	1.000
25	3.917	0.000	1.692	1.000
26	0.000	0.000	1.000	1.000
27	0.000	0.000	1.000	1.000
28	10.417	0.000	2.058	1.000
29	2.750	0.000	1.574	1.000
30	7.750	0.000	1.942	1.000
31	4.833	0.000	1.766	1.000
32	0.000	0.000	1.000	1.000
33	5.667	0.000	1.824	1.000
34	0.000	0.000	1.000	1.000
35	0.000	0.000	1.000	1.000

Evaluación	Datos originales		Datos Trasformados	
			LOG((X+1)*10)	
	To	T	To	T
36	0.000	0.000	1.000	1.000
37	0.000	0.000	1.000	1.000
38	0.000	0.000	1.000	1.000
39	48.250	3.667	2.692	1.669
40	42.750	1.500	2.641	1.398
41	4.000	0.000	1.699	1.000
42	11.667	0.000	2.103	1.000
43	0.000	0.000	1.000	1.000
44	0.000	0.000	1.000	1.000
45	0.000	0.000	1.000	1.000
46	0.000	0.000	1.000	1.000
47	0.000	0.000	1.000	1.000
48	0.000	0.000	1.000	1.000
49	0.000	0.000	1.000	1.000
50	0.000	0.000	1.000	1.000
51	0.000	0.000	1.000	1.000
52	0.000	0.000	1.000	1.000
53	0.000	0.000	1.000	1.000
54	0.000	0.000	1.000	1.000
55	0.000	0.000	1.000	1.000
56	0.000	0.000	1.000	1.000
57	0.000	0.000	1.000	1.000
58	0.000	0.000	1.000	1.000
59	0.000	0.000	1.000	1.000
60	0.000	0.000	1.000	1.000

**Anexo 08.** Análisis de Varianza población de huevos de la polilla *Achroia grisella*, en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk)

<b>GT</b>	<b>140.901588</b>
<b>GP</b>	1.1741799
<b>TC</b>	165.443812
<b>SC (bloques)</b>	9.7527855
<b>SC (tratamientos)</b>	2.45442157
<b>SC (Total)</b>	17.7974783
<b>SC (Error)</b>	5.5902712

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	
					<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Bloque</b>	59	9.752785	0.165301	1.744600	1.54	1.85 ns
<b>Tratamiento</b>	1	2.454422	2.454422	25.904087	4	7.08 **
<b>Error</b>	59	5.590271	0.094750			
<b>Total</b>	119	17.797478				

**C.V. = 26.22%**



**Anexo 09.** Prueba de t student para 2 muestras entre la población de huevos por panal del testigo y el tratamiento con el uso de *Bacillus thurigiensis*

	<i>Testigo</i>	<i>Tratamiento</i>
Media	1.75087604	1.04711018
Varianza	1.818915	0.03328164
Observaciones	60	60
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	61	
Estadístico t	4.00553266	
P(T<=t) una cola	8.5305E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1.67021948	
P(T<=t) dos colas	0.00017061	
Valor crítico de t (dos colas)	1.99962358	

Ho:  $T_o = T$

Ha:  $T_o \neq T$

$T > \text{Valor crítico}$  4.005 > 1.999

Se acepta la Ha si existe diferencia altamente significativa en el uso de *Bacillus thurigiensis* en la población de huevos de *Achroria grisella*

**Anexo 10.** Promedio de larvas por panal y datos transformados con  $\text{Log}(x+1)$  para realizar el Análisis de Varianza

Evaluación	datos Originales		Datos Trasformado RCUAD(X+1)	
	To	T	To	T
1	0	0	1	1
2	0.333	0.250	1.155	1.118
3	0.167	0.250	1.080	1.118
4	0.417	0.250	1.190	1.118
5	0.250	0.417	1.118	1.190
6	0.250	0.583	1.118	1.258
7	1.667	0.167	1.633	1.080
8	2.833	0.167	1.958	1.080
9	4.083	0.167	2.255	1.080
10	6.417	0.333	2.723	1.155
11	7.583	0.083	2.930	1.041
12	7.083	0.167	2.843	1.080
13	6.583	0.167	2.754	1.080
14	3.000	0.083	2.000	1.041
15	1.667	0.167	1.633	1.080
16	2.667	0.250	1.915	1.118
17	0.000	0.083	1.000	1.041
18	1.750	0.000	1.658	1.000
19	1.417	0.000	1.555	1.000
20	2.417	0.167	1.848	1.080
21	1.500	0.333	1.581	1.155
22	0.250	0.083	1.118	1.041
23	1.417	0.167	1.555	1.080
24	2.500	1.000	1.871	1.414
25	2.417	0.917	1.848	1.384
26	4.917	1.250	2.432	1.500
27	6.083	0.917	2.661	1.384
28	7.667	1.000	2.944	1.414
29	8.333	1.583	3.055	1.607
30	5.833	1.167	2.614	1.472
31	4.417	1.167	2.327	1.472
32	3.417	0.250	2.102	1.118
33	3.000	0.167	2.000	1.080
34	6.417	0.417	2.723	1.190
35	3.917	0.000	2.217	1.000

<b>Evaluación</b>	<b>datos Originales</b>		<b>Datos Trasformado</b>	
			<b>RCUAD(X+1)</b>	
<b>36</b>	4.833	0.167	2.415	1.080
<b>37</b>	0.583	0.000	1.258	1.000
<b>38</b>	5.000	0.000	2.449	1.000
<b>39</b>	0.000	0.000	1.000	1.000
<b>40</b>	0.000	0.250	1.000	1.118
<b>41</b>	1.417	0.167	1.555	1.080
<b>42</b>	4.083	0.000	2.255	1.000
<b>43</b>	6.167	1.083	2.677	1.443
<b>44</b>	7.917	0.250	2.986	1.118
<b>45</b>	7.750	2.000	2.958	1.732
<b>46</b>	2.667	0.000	1.915	1.000
<b>47</b>	3.417	3.000	2.102	2.000
<b>48</b>	2.417	0.000	1.848	1.000
<b>49</b>	2.667	0.000	1.915	1.000
<b>50</b>	0.250	0.000	1.118	1.000
<b>51</b>	2.083	0.000	1.756	1.000
<b>52</b>	3.083	0.000	2.021	1.000
<b>53</b>	6.000	0.000	2.646	1.000
<b>54</b>	9.000	0.000	3.162	1.000
<b>55</b>	8.250	0.000	3.041	1.000
<b>56</b>	10.083	0.167	3.329	1.080
<b>57</b>	6.417	6.417	2.723	2.723
<b>58</b>	3.583	1.750	2.141	1.658
<b>59</b>	2.250	2.500	1.803	1.871
<b>60</b>	1.000	1.000	1.414	1.414

**Anexo 11.** Análisis de Varianza población de larvas de la polilla *Achroia grisella*, en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk)

<b>GT</b>	<b>194.29282</b>
<b>GP</b>	1.61910683
<b>TC</b>	314.580832
<b>SC (bloques)</b>	18.8036572
<b>SC (tratamientos)</b>	20.4295451
<b>SC (Total)</b>	51.9191679
<b>SC (Error)</b>	12.6859656

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	
					<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Bloque</b>	59	18.80366	0.31871	1.48224	1.54	1.85 ns
<b>Tratamiento</b>	1	20.42955	20.42955	95.01391	4	7.08 **
<b>Error</b>	59	12.68597	0.21502			
<b>Total</b>	119	51.91917				

**C.V. = 28.64%**

**Anexo 12.** Prueba de t student para 2 muestras entre la población de larvas por panal del testigo y el tratamiento con el uso de *Bacillus thuringiensis*

	<i>Testigo</i>	<i>Tratamiento</i>
Media	2.03171586	1.20649781
Varianza	0.43917243	0.09454999
Observaciones	60	60
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	83	
<b>Estadístico t</b>	<b>8.74956823</b>	
P(T<=t) una cola	1.0354E-13	
Valor crítico de t (una cola)	1.66342017	
P(T<=t) dos colas	2.0709E-13	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	<b>1.98895978</b>	

Ho:  $T_o = T$

Ha:  $T_o \neq T$

$T > \text{Valor crítico } 8.749 > 1.988$

Se acepta la Ha si existe diferencia altamente significativa en el uso de *Bacillus thuringiensis* en la población de larvas encontradas en los bastidores sin Bt

**Anexo 13.** Promedio de pupas por panal y datos transformados con  $\text{Log}(x+1)$  para realizar el Análisis de Varianza

Evaluación	Datos Originales		Datos Trasformados $\text{LOG}((X+1)*10)$	
	To	T	To	T
1	0.000	0.000	1.000	1.000
2	0.083	0.000	1.035	1.000
3	0.000	0.000	1.000	1.000
4	0.000	0.000	1.000	1.000
5	0.000	0.000	1.000	1.000
6	0.000	0.000	1.000	1.000
7	0.000	0.000	1.000	1.000
8	0.083	0.167	1.035	1.067
9	0.250	0.417	1.097	1.151
10	0.167	0.417	1.067	1.151
11	0.000	0.250	1.000	1.097
12	0.167	0.417	1.067	1.151
13	0.000	0.000	1.000	1.000
14	0.000	0.250	1.000	1.097
15	1.000	0.500	1.301	1.176
16	0.167	0.750	1.067	1.243
17	1.083	0.917	1.319	1.283
18	0.500	0.833	1.176	1.263
19	0.167	0.917	1.067	1.283
20	0.333	0.000	1.125	1.000
21	0.000	0.000	1.000	1.000
22	0.000	0.000	1.000	1.000
23	0.667	0.000	1.222	1.000
24	1.583	0.000	1.412	1.000
25	0.750	0.000	1.243	1.000
26	2.250	0.083	1.512	1.035
27	1.583	0.167	1.412	1.067
28	4.417	0.000	1.734	1.000
29	5.833	0.750	1.835	1.243
30	10.917	1.250	2.076	1.352
31	11.833	1.500	2.108	1.398
32	16.583	1.167	2.245	1.336
33	23.667	0.917	2.392	1.283
34	26.250	2.417	2.435	1.534
35	4.250	2.417	1.720	1.534

Evaluación	Datos Originales		Datos Trasformados LOG((X+1)*10)	
	To	T	To	T
36	37.083	3.167	2.581	1.620
37	23.917	3.167	2.396	1.620
38	28.250	3.417	2.466	1.645
39	0.250	4.167	1.097	1.713
40	0.583	4.250	1.200	1.720
41	0.917	4.333	1.283	1.727
42	0.000	0.417	1.000	1.151
43	0.333	2.250	1.125	1.512
44	0.083	0.000	1.035	1.000
45	0.167	0.833	1.067	1.263
46	0.000	0.000	1.000	1.000
47	0.000	2.667	1.000	1.564
48	0.083	0.000	1.035	1.000
49	0.000	0.000	1.000	1.000
50	0.000	0.000	1.000	1.000
51	0.250	0.000	1.097	1.000
52	0.583	0.000	1.200	1.000
53	0.000	0.000	1.000	1.000
54	0.667	0.000	1.222	1.000
55	3.500	0.000	1.653	1.000
56	8.917	0.000	1.996	1.000
57	18.250	3.417	2.284	1.645
58	27.583	3.333	2.456	1.637
59	47.083	3.333	2.682	1.637
60	67.250	0.167	2.834	1.067

**Anexo 14.** Análisis de Varianza población de pupas de la polilla *Achroia grisella*, en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk)

GT	<b>157.673945</b>
GP	1.31394954
TC	207.175607
SC (bloques)	15.2361914
SC (tratamientos)	1.44020346
SC (Total)	23.2352536
SC (Error)	6.55885872

FV	GL	SC	CM	FC	FT	FT
					<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
Bloque	59	15.23619	0.25824	2.32299	1.54	1.85 **
Tratamiento	1	1.44020	1.44020	12.95530	4	7.08 **
Error	59	6.55886	0.11117			
Total	119	23.23525				

**C.V. = 25.38%**



**Anexo 15.** Prueba de t student para 2 muestras entre la población de pupas por panal del testigo y el tratamiento con el uso de *Bacillus thurigiensis*

	<i>Testigo</i>	<i>Tratamiento</i>
Media	2.0758511	1.32167211
Varianza	3.08108246	0.17979046
Observaciones	60	60
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	66	
Estadístico t	3.23506582	
P(T<=t) una cola	0.00095093	
Valor crítico de t (una cola)	1.66827051	
P(T<=t) dos colas	0.00190186	
Valor crítico de t (dos colas)	1.99656442	

Ho:  $T_o = T$

Ha:  $T_o \neq T$

$T > \text{Valor crítico}$                        $3.235 > 1.996$

Se acepta la Ha si existe diferencia altamente significativa en el uso de *Bacillus thurigiensis* en la población de pupas encontradas en los bastidores sin Bt

**Anexo 16.** Promedio de adultas por panal y datos transformados con  $\text{Log}(x+1)$  para realizar el Análisis de Varianza

Evaluación	Datos Originales		Datos Trasformados $\text{LOG}((X+1)*10)$	
	To	T	To	T
1	0.000	0.000	1.000	1.000
2	0.000	0.000	1.000	1.000
3	0.000	0.000	1.000	1.000
4	0.000	0.000	1.000	1.000
5	0.000	0.000	1.000	1.000
6	0.000	0.000	1.000	1.000
7	0.083	0.000	1.035	1.000
8	0.167	0.000	1.067	1.000
9	0.167	0.000	1.067	1.000
10	0.167	0.167	1.067	1.067
11	0.333	0.167	1.125	1.067
12	0.333	0.167	1.125	1.067
13	0.250	0.167	1.097	1.067
14	0.250	0.083	1.097	1.035
15	0.333	0.250	1.125	1.097
16	0.167	0.250	1.067	1.097
17	0.083	0.083	1.035	1.035
18	0.000	0.333	1.000	1.125
19	0.083	0.250	1.035	1.097
20	0.083	0.083	1.035	1.035
21	0.083	0.000	1.035	1.000
22	0.083	0.167	1.035	1.067
23	0.333	0.167	1.125	1.067
24	0.417	0.083	1.151	1.035
25	0.083	0.083	1.035	1.035
26	0.000	0.167	1.000	1.067
27	0.083	0.000	1.035	1.000
28	0.583	0.000	1.200	1.000
29	1.500	0.000	1.398	1.000
30	1.583	0.500	1.412	1.176
31	3.917	0.667	1.692	1.222
32	3.917	0.583	1.692	1.200
33	3.750	2.167	1.677	1.501
34	2.917	1.083	1.593	1.319
35	31.917	1.167	2.517	1.336

Evaluación	Datos Originales		Datos Trasformados LOG((X+1)*10)	
	To	T	To	T
36	4.250	1.000	1.720	1.301
37	3.667	0.917	1.669	1.283
38	3.667	1.000	1.669	1.301
39	0.750	0.167	1.243	1.067
40	0.333	0.333	1.125	1.125
41	0.333	0.083	1.125	1.035
42	0.250	0.083	1.097	1.035
43	0.000	0.167	1.000	1.067
44	0.000	0.083	1.000	1.035
45	0.000	0.000	1.000	1.000
46	0.083	0.000	1.035	1.000
47	0.000	0.083	1.000	1.035
48	0.000	0.000	1.000	1.000
49	0.000	0.000	1.000	1.000
50	0.000	0.000	1.000	1.000
51	0.083	0.000	1.035	1.000
52	0.083	0.000	1.035	1.000
53	0.000	0.000	1.000	1.000
54	0.583	0.000	1.200	1.000
55	1.833	0.000	1.452	1.000
56	0.667	0.000	1.222	1.000
57	6.833	1.083	1.894	1.319
58	16.417	1.417	2.241	1.383
59	19.833	1.417	2.319	1.383
60	15.833	0.833	2.226	1.263

**Anexo 17.** Análisis de Varianza población de adultas de la polilla *Achroia grisella*, en los panales de cera tratados con *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk)

GT	<b>140.318325</b>
GP	1.16931937
TC	164.076935
SC (bloques)	6.96031649
SC (tratamientos)	0.74181707
SC (Total)	9.94207864
SC (Error)	2.23994507

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
Bloque	59	6.96032	0.11797	3.10736	1.54	1.85 **
Tratamiento	1	0.74182	0.74182	19.53941	4	7.08 **
Error	59	2.23995	0.03797			
Total	119	9.94208				

**C.V. = 16.66%**

**Anexo 18.** Prueba de t student para 2 muestras entre la población de adultas por panal del testigo y el tratamiento con el uso de *Bacillus thurigiensis*

	<i>Testigo</i>	<i>Tratamiento</i>
Media	1.49709979	1.12233963
Varianza	0.92691864	0.03256314
Observaciones	60	60
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	63	
<b>Estadístico t</b>	<b>2.96353919</b>	
P(T<=t) una cola	0.00214399	
Valor crítico de t (una cola)	1.66940222	
P(T<=t) dos colas	0.00428799	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	<b>1.99834054</b>	

Ho:  $T_o = T$

Ha:  $T_o \neq T$

$T > \text{Valor crítico } 2.963 > 1.998$

Se acepta la Ha si existe diferencia altamente significativa en el uso de *Bacillus thurigiensis* en la población de adultas encontradas en los bastidores sin Bt



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

---

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

**“La bacteria *Bacillus thuringiensis* en el control de larvas de polillas de la cera (*Achroia grisella*) en almacén. Wayllapampa – Ayacucho, 2485 msnm”**

Autor : Abel Joel Rojas Farfán

Asesor : Antonio Jerí Chávez

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 7 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 26 de julio de 2021

---

**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
**Presidente de comisión**

La bacteria *Bacillus thuringiensis* en el control de larvas de polillas de la cera (*Achroia grisella*) en almacén. Wayllapampa – Ayacucho, 2485 msnm

*por* Abel Joel Rojas Farfán

---

**Fecha de entrega:** 26-jul-2021 07:13p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1624458278

**Nombre del archivo:** Tesis\_Abel\_Rojas\_Turnitin.docx (2.32M)

**Total de palabras:** 16093

**Total de caracteres:** 80827

# La bacteria *Bacillus thuringiensis* en el control de larvas de polillas de la cera (*Achroia grisella*) en almacén. Wayllapampa – Ayacucho, 2485 msnm

## INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.scielo.org.ar">www.scielo.org.ar</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://documentop.com">documentop.com</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://aprenderly.com">aprenderly.com</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://fr.scribd.com">fr.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%



9

[www.scielo.org.mx](http://www.scielo.org.mx)

Fuente de Internet

&lt;1 %

10

Submitted to Politécnico Colombiano Jaime

Isaza Cadavid

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

11

Samuel F Malfroy, John M K Roberts, Sabine Perrone, Glynn Maynard, Nadine Chapman. "

A pest and disease survey of the isolated Norfolk Island honey bee ( ) population ",  
Journal of Apicultural Research, 2016

Publicación

&lt;1 %

12

[scien.net](http://scien.net)

Fuente de Internet

&lt;1 %

13

[bdigital.unal.edu.co](http://bdigital.unal.edu.co)

Fuente de Internet

&lt;1 %

14

[repositorio.unsch.edu.pe](http://repositorio.unsch.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias &lt; 30 words

Excluir bibliografía

Apagado