

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**IDENTIFICACIÓN DEL BARRENADOR DE LA HOJA DE MAÍZ
(*Zea mays* L.) Y EFICACIA DEL *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* EN
SU CONTROL.**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ELÍAS AGUILAR SÁNCHEZ

ASESORES:

ING. ALONSO, VELA AHUMADA

ING. RONALD LEONARDO, LLIQUE MORALES

CAJAMARCA – PERÚ

2023

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Elías Aguilar Sánchez
DNI: 47015385
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor:** Ing. Alonso Vela Ahumada.
3. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
4. **Grado académico o título profesional:**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
5. **Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación:** IDENTIFICACIÓN DEL BARRENADOR DE LA HOJA DE MAÍZ (*Zea mays L.*) Y EFICACIA DEL *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki* EN SU CONTROL.
7. **Fecha de evaluación:** 22/10/2024
8. **Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 6%
10. **Código Documento:** oid:3117:397239972
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 6%
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 22/10/2024

Firma y/o Sello
Emisor Constancia



Ing. Alonso Vela Ahumada
26604965



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintitrés días del mes de agosto del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 260-2020-FCA-UNC, de fecha 14 de diciembre del 2020**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**IDENTIFICACIÓN DEL BARRENADOR DE LA HOJA DE MAÍZ (*Zea mays* L.) Y EFICIENCIA DEL *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* EN SU CONTROL**", realizada por el Bachiller **ELÍAS AGUILAR SÁNCHEZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las dieciséis horas y quince minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.


A las diecisiete horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
PRESIDENTE



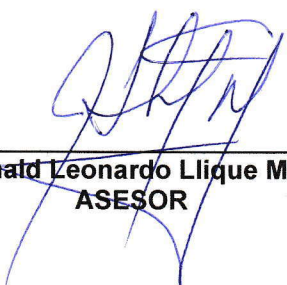
Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
SECRETARIO



Ing. Oscar Rogelio Saenz Narro
VOCAL



Ing. Alonso Vela Ahumada
ASESOR



Ing. Ronald Leonardo Llique Morales
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por haberme regalado la vida, por darme la fuerza suficiente para alcanzar mis metas y asumirlo con humildad y responsabilidad.

A mis padres, Oliverio Aguilar Medina y María Casilda Sánchez Vásquez, por haberme enseñado que con trabajo, sacrificio y esfuerzo se consiguen las metas. Gracias por sus acertados consejos que me permiten seguir creciendo como persona y profesional día a día.

A mis hermanos, José Hernán, Elita, Walter, Elisa, Nelly, Ana Rocío y María Nancy, por su apoyo constante, ustedes son parte importante de este logro.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme y por hacer realidad este sueño anhelado.

Al Ing. Alonso Vela Ahumada e Ing. Ronald Leonardo Llique Morales, por su asesoramiento, por transmitirme lo mejor de sus experiencias y conocimientos los cuales llevaron a culminar con éxito el presente trabajo de investigación.

A la Dirección del SENASA Cajamarca y personal de la institución.

A mis padres y hermanos, por apoyarme incondicionalmente en todo momento de mi vida.

A los agricultores del caserío de Sivingán Bajo, por su apoyo desinteresado

EL AUTOR

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
<i>Objetivos.</i>	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1. <i>Antecedentes.</i>	15
2.1.1. <i>Antecedentes internacionales.</i>	15
2.1.2. <i>Antecedentes Nacionales</i>	16
2.2. <i>Cultivo de maíz (Zea mays).</i>	17
2.2.1. <i>Taxonomía del cultivo.</i>	17
2.2.2. <i>Morfología del cultivo</i>	17
2.2.2.1. <i>Raíz.</i>	17
2.2.2.2. <i>Tallo</i>	17
2.2.2.3. <i>Hojas</i>	17
2.2.2.4. <i>Flor e Inflorescencia</i>	17
2.2.2.5. <i>Mazorca</i>	18
2.2.3. <i>Fenología del cultivo</i>	18
2.3. <i>El cogollero del maíz.</i>	20
2.3.1. <i>Taxonomía.</i>	20
2.3.2. <i>Nombres vernaculares.</i>	20
2.3.3. <i>Distribución.</i>	20
2.3.4. <i>Importancia.</i>	20
2.3.5. <i>Plantas hospederas.</i>	20
2.3.6. <i>Morfología y biología.</i>	20
2.3.6.1. <i>Huevo.</i>	20
2.3.6.2. <i>Larva.</i>	21
2.3.6.3. <i>Pupa.</i>	22

2.3.6.4. <i>Adulto</i>	22
2.3.7. <i>Daños que ocasiona a la planta</i>	23
2.3.8. <i>Control de Spodoptera frugiperda</i>	23
2.3.9. <i>Control microbiológico</i>	24
2.4. <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	25
2.4.1. <i>Taxonomía</i>	25
2.4.2. <i>Morfología y biología</i>	25
2.4.3. <i>Mecanismo de acción</i>	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. <i>Ubicación geográfica del trabajo de investigación</i>	28
3.2. <i>Materiales</i>	28
3.2.1. <i>Material biológico</i>	28
3.2.2. <i>Materiales y equipos de laboratorio</i>	28
3.3. <i>Metodología</i>	29
3.3.1. <i>Obtención del insecto adulto del barrenador de la hoja de maíz para su</i> <i>identificación taxonómica</i>	29
3.3.2. <i>Determinación de la infestación y severidad</i>	30
3.3.3. <i>Referencias del Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>	31
3.4. <i>Instalación del diseño experimental</i>	32
3.4.1. <i>Cálculo de la cantidad de agua y entomopatógeno</i>	35
3.4.1.1. <i>Preparación y aplicación del caldo entomopatógeno</i>	36
3.4.1.2. <i>Evaluaciones</i>	37
3.4.2. <i>Trabajo de gabinete</i>	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	39
4.1. <i>Confirmación taxonómica del barrenador de la hoja de maíz</i>	39
4.2. <i>Fase preliminar de campo</i>	40
4.2.1. <i>Infestación del cogollero del maíz</i>	40
4.2.1.1. <i>Evaluación del número de larvas existentes en las plantas de maíz</i> ...41	
4.2.2. <i>Severidad del cogollero del maíz</i>	42
4.3. <i>Evaluaciones del Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i>	43

4.3.1. Primera evaluación (4 días después de la inoculación) del grado de mortalidad total de larvas de cogollero.....	43
4.3.2. Segunda evaluación (8 días después de la inoculación) del grado de mortalidad total de larvas del cogollero.....	49
4.3.3. Tercera evaluación (12 días después de la inoculación) del grado de mortalidad total de larvas de cogollero.	54
4.3.4. Cuarta evaluación (16 días de la inoculación).....	59
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	67
GLOSARIO.....	86

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Estados vegetativos (V).....	18
Tabla 2 Etapa reproductiva (R).....	19
Tabla 3 Etapas fenológicas del cultivo del maíz y presencia de sus plagas.	19
Tabla 4 Características de los estadios larvales.....	21
Tabla 5 Duración del ciclo de vida del <i>Spodoptera frugiperda</i> en relación con la temperatura.	22
Tabla 6 Parcelas de evaluación y recolección de larvas.	30
Tabla 7 Modelo de escala de evaluación, describiendo el porcentaje de daños de la plaga.	31
Tabla 8 Factores en estudio.	33
Tabla 9 Tratamientos en estudio.	34
Tabla 10 Crianza de larvas del barrenador de la hoja de maíz.....	39
Tabla 11 Porcentaje de infestación del cogollero del maíz en las 10 parcelas evaluadas.....	40
Tabla 12 Número de larvas de cogollero en las 10 parcelas de maíz.....	41
Tabla 13 Grado de severidad del cogollero del maíz en las 10 parcelas evaluadas.	42
Tabla 14 Análisis de varianza para el grado de mortalidad total de larvas a los 4 días después de la inoculación con el entomopatógeno <i>Bacillus thuringensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	43
Tabla 15 Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a los estadios larvales estudiados, a los 4 días de la aplicación del entomopatógeno.....	45
Tabla 16 Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a las dosis, a los 4 días de la aplicación del entomopatógeno.	46
Tabla 17 Análisis Factorial de los datos de mortalidad total por aplicación de <i>Bacillus thuringensis</i> var. <i>Kurstaki</i> , evaluado a los 4 días después de la inoculación	47
Tabla 18 Promedios de mortalidad total, de los tratamientos, que muestran la interacción de los factores Dosis y Estado larval, en estudio.....	48
Tabla 19 Análisis de varianza para el grado de mortalidad total de larvas a los 8 días después de la inoculación con el entomopatógeno <i>Bacillus thuringensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	49
Tabla 20 Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a los estadios larvales estudiados, a los 8 días de la aplicación del entomopatógeno.....	50
Tabla 21 Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a las dosis en estudio, evaluada a los 8 días de la aplicación del entomopatógeno.	51

Tabla 22 Análisis de varianza para el grado de mortalidad total a los 8 días después de la inoculación del entomopatógeno (factorial Estadio larval x Dosis de aplicación)	52
Tabla 23 Promedios de mortalidad total, de los tratamientos, que muestran la interacción de los factores Dosis y Estadio larval, en estudio.....	52
Tabla 24 Análisis de varianza para el grado de mortalidad total de larvas de cogollero a los 12 días después de la inoculación con el entomopatógeno <i>Bacillus thuringensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	54
Tabla 25 Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a los estadios larvales estudiados, a los 12 días de la aplicación del entomopatógeno.....	55
Tabla 26 Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a las dosis de aplicación, a los 12 días de la aplicación del entomopatógeno.....	55
Tabla 27 Análisis de varianza (factorial) del grado de mortalidad evaluado a los 12 días de aplicación del entomopatógeno <i>Bacillus thuringensis</i> var. <i>Kurstaki</i>	56
Tabla 28 Aplicación de la prueba de Tukey para mortalidad total de larvas de cogollero evaluada a los 12 días de aplicado el entomopatógeno.	57
Tabla 29 Aplicación de la prueba de Tukey para mortalidad total de larvas de cogollero evaluada a los 12 días de aplicado el entomopatógeno	58
Tabla 30 Resumen del Grado de Mortalidad sin presencia de zooglea alcanzado en los tratamientos, desde el día de la inoculación hasta el decimosexto día.	59
Tabla 31 Registro de evaluaciones de infestación.	78
Tabla 32 Registro de las evaluaciones de severidad.....	79
Tabla 33 Registro de la mortalidad de larvas con la presencia de la bacteria entomopatógena.	79
Tabla 34 Transformación de datos (4 días después de la inoculación).....	80
Tabla 35 Transformación de datos (8 días después de la inoculación).	82
Tabla 36 Transformación de datos (12 días después de la inoculación).	84

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1</i> Modo de acción de <i>Bacillus thuringiensis</i> en lepidópteros.....	27
<i>Figura 2</i> Distribución de los tratamientos en investigación.....	35
<i>Figura 3</i> Grado de mortalidad del insecto, mostrando la interacción de estadio larval con dosis de aplicación.....	49
<i>Figura 4</i> Grado de mortalidad del insecto, mostrando la interacción de estadio larval con dosis de aplicación.....	53
<i>Figura 5</i> Mortalidad de larvas de cogollero de acuerdo al estadio larval en que recibió la aplicación del entomopatógeno	57
<i>Figura 6</i> Mortalidad de larvas de cogollero de acuerdo a la dosis de a aplicación del entomopatógeno.....	58
<i>Figura 7</i> Comparativo del grado de mortalidad alcanzado por el entomopatógeno a través del tiempo.....	59
<i>Figura 8</i> Crianza de larvas del cogollero maíz para su identificación taxonómica.....	67
<i>Figura 9</i> Daño del barrenador de la hoja de maíz en condiciones de laboratorio.	67
<i>Figura 10</i> Pupa del cogollero del maíz.....	68
<i>Figura 11</i> Acondicionamiento de las cámaras de recuperación para la obtención de adultos...	68
<i>Figura 12</i> Acondicionamiento ejemplares adultos cogollero del maíz para su identificación taxonómica.....	69
<i>Figura 13</i> Daños de barrenado del cogollero del maíz.....	69
<i>Figura 14</i> Evaluación de la infestación del cogollero maíz.....	70
<i>Figura 15</i> Evaluación de la severidad del cogollero del maíz.....	70
<i>Figura 16</i> Evaluación de la presencia de larvas de cogollero en las plantas de maíz.....	71
<i>Figura 17</i> Acondicionamiento del Diseño Experimental.	71
<i>Figura 18</i> Preparación del <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	72
<i>Figura 19</i> Medida de las dosis del <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	72
<i>Figura 20</i> Aplicación del <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	73
<i>Figura 21</i> Evaluaciones.	73
<i>Figura 22</i> Larva muerta por efecto del entomopatógeno.	74
<i>Figura 23</i> Larvas muertas con presencia de la bacteria del entomopatógeno.....	74

Figura 24 Larvas muertas sin la presencia de bacterias del entomopatógeno.	75
Figura 25 Mortalidad de larvas a los 12 días después de la inoculación del entomopatógeno..	75
Figura 26 Primer informe de la clasificación taxonómica del insecto plaga. SENASA - Lima ..	76
Figura 27 Segundo informe de la clasificación taxonómica del insecto plaga. SENASA – Lima.	77

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se identificó a *Spodoptera* como el insecto causante del barrenado de las hojas de maíz en el caserío de Sivingán Bajo, distrito y provincia de Chota, región Cajamarca, a la vez se determinó los daños que esta plaga ocasiona, siendo la infestación promedio de 44 % y la severidad promedio de 19,5%. En condiciones de laboratorio se determinó la eficacia del *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Bt) como método de control biológico para lo cual se instaló un ensayo bajo el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 3x2 y 5 repeticiones, cuyos factores en estudio fueron: Dosis de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* y estadios larvales.

De los resultados se concluye que *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* es eficaz en el control de este insecto, ya que se registró en la interacción dosis y estadio larval que a los 4 días de la inoculación el mejor tratamiento fue el T3 (estadio larval 1, con 0.045g de Bt/30 mL de agua) que causó el 33.03% de mortalidad. A los 8 días de la inoculación el mejor tratamiento fue el T3 (estadio larval 1, con 0.045g de Bt/30 mL de agua) que causó el 63.70% de mortalidad. A los 12 días de la inoculación los factores en estudio se analizaron por separado, concluyendo que el porcentaje de mortalidad con la dosis 3 (88.39%) es superior a la dosis 2 (74.38%) y el efecto en los estadios larvales 1 (90%) y 2 (82.75%) es superior estadísticamente al estadio larval 3 (77.95%). A los 16 días todos los tratamientos presentaron el 100% de mortalidad, confirmando la presencia de la bacteria en todas las larvas muertas.

Palabras claves: *Zea mays*, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, *Spodoptera frugiperda*.

ABSTRACT

In the present research work, Spodoptera was identified as the insect that causes the boring of corn leaves in the Sivingán Bajo hamlet, district and province of Chota, Cajamarca region, at the same time the damage caused by this pest was determined, being the average infestation of 44% and average severity of 19.5%. Under laboratory conditions, the efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Bt) as a method of biological control for which a trial was installed under the Completely Random Design (DCA) with a 3x2 factorial arrangement and 5 repetitions, whose factors under study were: Dose of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* and larval stages.

From the results it is concluded that *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* is effective in the control of this insect, since it was registered in the interaction dose and larval stage that; 4 days after inoculation, the best treatment was T3 (larval stage 1, with 0.045g of Bt/30 mL of water), which caused 33.03% mortality. Eight days after inoculation, the best treatment with was T3 (larval stage 1, with 0.045g of Bt/30 mL of water), which caused 63.70% mortality. Twelve days after inoculation, the factors under study were analyzed separately, concluding that the percentage of mortality with dose 3 (88.39%) is higher than dose 2 (74.38%) and the effect on larval stages 1 (90 %) and 2 (82.75) is statistically superior to larval stage 3 (77.95). After 16 days, all the treatments presented 100% mortality, confirming the presence of the bacteria in all the dead larvae.

Keywords: *Zea mays*, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, *Spodoptera frugiperda*.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), es uno de los principales alimentos de los habitantes de la sierra del Perú y uno de los cultivos de mayor importancia económica después de la papa. Se consume como grano verde y seco (MINAG 2012).

Como todo cultivo es atacado por diferentes insectos plaga, y al no ser la excepción, los agricultores, a través de diferentes prácticas, buscan disminuir la incidencia de los mismos con el fin de minimizar los daños económicos, por lo cual se hace énfasis en la búsqueda de métodos de control con un impacto ambiental mínimo y a la vez que no tengan acción residual en los alimentos (Suárez 2015).

A nivel mundial, nacional y local se ha dado poca importancia a la eficacia del *Bacillus thuringiensis* en el control de insectos de maíz, por eso se creyó conveniente realizar la presente investigación, para lo cual se identificó al insecto causante del barrenado de la hojas de maíz, se evaluó la infestación y severidad de esta plaga en parcelas del caserío de Sivingán Bajo, distrito y provincia de Chota y se determinó la eficacia del *Bacillus thuringiensis* en el laboratorio del SENASA - Cajamarca.

Spodoptera frugiperda, es considerado la plaga más importante cultivo del maíz en nuestro país, sin embargo, la mayoría de los productores, utilizan el control químico como principal método de control. Razón por la cual se hace necesario disponer de bioinsecticidas que controlen eficientemente a este insecto.

Objetivos.

Objetivos específicos.

Identificar el insecto causante del barrenado de las hojas de maíz en el caserío de Sivingán Bajo-Chota

Determinar la eficacia de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* como método de control en condiciones de laboratorio.

Objetivo general.

Determinar la infestación y la severidad del barrenador de la hoja de maíz en el caserío de Sivingán Bajo - Chota.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Antecedentes internacionales.

En una investigación realizada en la Provincia de Tucumán-Argentina para determinar la fluctuación poblacional y daño poblacional de *Spodoptera frugiperda* en maíz, se menciona daños foliares mayores o iguales al 30 % son los que repercuten de manera importante en el rendimiento y es cuando se tienen pérdidas económicas en el cultivo ya que rebasa el llamado umbral económico (Zagal, 2015).

En una investigación realizada en el Noroeste de Argentina, para determinar el daño del cogollero en los diferentes estados fenológicos, los resultados demostraron que durante el estado vegetativo temprano (V4-V6) predominaron larvas del estadio I al III, pudiéndose encontrar en algunas ocasiones hasta seis larvas por planta. En los estados restantes, fueron más frecuentes larvas del estadio IV al VI y se encontró un individuo por planta (Marua et al., 2009, como se citó en Zagal, 2015)

En la Universidad Nacional de San Asunción de Paraguay, realizó estudios en larvas de diferentes instares (tercer y cuarto) de *Spodoptera frugiperda* que fueron alimentadas con hojas tiernas de maíz, tratadas con *Bacillus thuringiensis* con una dosis de 2g/ L de agua. El porcentaje de mortalidad, fue evaluado a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas después de la aplicación de la bacteria. En larvas del tercer instar se observó un porcentaje de eficacia del 90%, a las 120 horas de la aplicación; en las larvas del cuarto instar presentó una eficacia del 80% al final del periodo de observación (Ruiz, 2002, como se citó en Cabral *et al.*, 2002).

En la Universidad Autónoma del Estado de México una investigación respecto al efecto de *Bacillus thuringiensis* en larvas de *Spodoptera frugiperda* en condiciones de laboratorio, se tuvo los siguientes resultados: A los 24 días la mortalidad fue 29.5 % con la

concentración más baja (0.001g/l) y del 62.5 % en la concentración más alta (0.005g/l), aunque estas concentraciones no ocasionaron el 100 % de mortalidad de larvas pero sin embargo, afectaron significativamente el desarrollo de esta especie en todos sus estados de desarrollo (Rosales, 2015).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En una investigación realizada en Guadalupe, La Libertad; para determinar la evaluación de la incidencia y la severidad del cogolloero en los diferentes estados fenológicos, los resultados demostraron que durante el estado vegetativo se presentó mayor incidencia y severidad del cogolloero y en estado fenológico presentó la menor incidencia y severidad (Castillo, 2012, como se citó en Zagal, 2015).

En la Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, estudiaron la eficacia del *Bacillus thuringiensis* en el control del *Spodoptera frugiperda* en condiciones de laboratorio y de campo. Los resultados obtenidos en condiciones de laboratorio, a los cuatro días después de la inoculación y con dosis de 2g/l fue de 43.5% de mortalidad de larvas del tercer y cuarto estadio y los resultados obtenidos en campo, a los tres días después de la inoculación con dosis de 2 g/l fue 63.3% de mortalidad (Cajan y Sempertegui, 2018).

2.2. Cultivo de maíz (*Zea mays*).

2.2.1. Taxonomía del cultivo.

Taxonómicamente se incluye dentro de la Familia Graminaceae, género *Zea* y especie *Zea mays* (Oñate, 2016).

2.2.2. Morfología del cultivo

2.2.2.1. Raíz

La planta tiene un sistema radicular fasciculado formado por raíces principales que se forman a partir de la corona y raíces aéreas o adventicias las cuales se desarrollan de los nudos de la base del tallo (Pinedo, 2015).

2.2.2.2. Tallo

Es robusto y está formado por nudos y entrenudos (Oñate, 2016).

2.2.2.3. Hojas

Constan de una vaina y la lámina o limbo. En la unión de estas partes se produce un cambio de dirección como consecuencia de la cual aparecen dos elementos morfológicos muy importantes: la lígula y las aurículas. A nivel histológico está constituida por la epidermis superior, formada por una cutícula impermeable al aire y al agua; el tejido mesófilo que contiene a los cloroplastos; los haces por donde circula la savia y la epidermis inferior que es más gruesa que la superior y contiene mayor número de estomas (García, 1984).

2.2.2.4. Flor e Inflorescencia

Es una planta monoica, con dos tipos de flores: la flor femenina, ubicadas la mazorca donde se desarrollan los estilos y la flor masculina está en la extremidad del tallo agrupada en panículas, en donde se desarrollan los estambres (Pavón, 2003).

2.2.2.5. Mazorca

El 46 % del peso total de la mazorca corresponde al peso de las brácteas y el 54 % restante al raquis y granos, del cual el 29 % es materia comestible (Oñate, 2016).

2.2.3. Fenología del cultivo

Está determinada por la germinación, iniciación floral, floración y madurez fisiológica; delineando respectivamente las fases vegetativas, reproductiva y llenado de grano. La duración de estas fases depende del genotipo, fotoperiodo y temperatura (Edmeades *et al.*, 1992).

Tabla 1

Estados vegetativos (V).

V	Estados vegetativos
Ve	Emergencia
V1	1° hoja desarrollada
V2	2° hoja desarrollada
V3	3° hoja desarrollada
V4	4° hoja desarrollada
V5	5° hoja desarrollada
V6	6° hoja desarrollada
V7	7° hoja desarrollada
V8	8° hoja desarrollada
V9	9° hoja desarrollada
V10	10° hoja desarrollada
Vt	Panojamiento

Fuente: (Ritchie y Hanway, 1982, como se citó en Oñate, 2016).

Tabla 2*Etapa reproductiva (R).*

R	Estados reproductivos
R1	Emergencia de estigma
R2	Cuaje (ampolla)
R3	Grano lechoso
R4	Grano pastoso
R5	Grano dentado
R6	Madurez fisiológica

Fuente: (Ritchie y Hanway, 1982, como se citó en Oñate, 2016).

Tabla 3*Etapas fenológicas del cultivo del maíz y presencia de sus plagas.*

Germinación	Gusanos de tierra	<i>Agrotis ipsilon</i> <i>Copitarsia turbata.</i>
	Gusano cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Estado vegetativo	Salta hoja del maíz.	<i>Dalbulus maidis</i> <i>Peregrinus maidis</i>
	Gusano cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Floración, fructificación y maduración	Cañero	<i>Diatraea saccharalis</i>
	Pulgones	<i>Rhopalosiphum maidis</i> <i>Sthenaridea carmelitana</i>
	Gusano del ápice	<i>Pococera atramentalis</i>
	Mosca de la mazorca	<i>Euxesta stigmatis</i>
	Gusano de la mazorca	<i>Helicoverpa zea</i>

Fuente: (Injante y Joyo, 2014)

2.3. El cogollero del maíz.

2.3.1. Taxonomía.

Taxonómicamente el cogollero del maíz pertenece a la Familia: Noctuidae – Lepidoptera, Género: *Spodoptera* y Especie *Spodoptera frugiperda*, (Smith, 179, como se citó en Vela y Quispe, 1988)

2.3.2. Nombres vernaculares.

“Cogollero del maíz”, “Perforador de cogollos de maíz” (Vela y Quispe, 1988).

2.3.3. Distribución.

Esta especie se encuentra ampliamente en la costa, sierra y selva, desde el nivel del mar hasta 3200m (Vela y Quispe, 1988).

2.3.4. Importancia.

Considerada una plaga importante, sobre todo en la costa no solo por la intensidad de los daños, sino también por la continuidad que se presenta (Vela y Quispe, 1988).

2.3.5. Plantas hospederas.

Es un insecto polífago, las larvas tienen preferencia por las gramíneas. Puede atacar como “gusano cortador” de platas tiernas o como “gusano mazorquero”. Además, ataca a la cebolla, alfalfa, papa, tabaco, maní (Vela y Quispe, 1988).

2.3.6. Morfología y biología.

2.3.6.1. Huevo.

Son de forma globosa, con estrías radiales, color rosado pálido que se torna gris a medida que se aproxima la eclosión, miden aproximadamente 0.5mm (Angulo, 200).

La eclosión se produce de los 2 a 4 días, tan pronto las larvitas emergen se alimentan de la epidermis de las hojas con simples raspados (Vela y Quispe, 1988).

2.3.6.2. Larva.

Es de tipo eruciforme, pasan por 6 o 7 estadios, en el primero miden de 2 a 3 mm y la cabeza es más grande que el cuerpo, el segundo mide de 4 - 10 mm y la cabeza es carmelita claro; pueden alcanzar hasta 35 mm en su último estadio. Este periodo dura de 15 a 30 días dependiendo de las condiciones ambientales (Angulo, 2000).

Tabla 4

Características de los estadios larvales.

Estadio larval	características
Estadio larval 1 (L1)	La larva recién emergida tiene la cabeza más grande que el resto de su cuerpo, además las setas en todo su cuerpo son muy visibles. A medida que se desarrolla, su cabeza se hace más proporcional con su cuerpo y las setas se hacen menos visibles.
Estadio larval 2 (L2)	La larva recién cambiada de estadio, luce totalmente hialina, y los tubérculos de donde se desprenden las setas se hacen más notorios.
Estadio larval 3 (L3)	En este estadio, se empieza a desarrollar una coloración rojiza por todo su cuerpo. Con el desarrollo de la larva, se evidencia una banda oscura en el costado.
Estadio larval 4 (L4)	En este estadio, se define completamente la “Y” invertida o sutura epicraneal de la cabeza.
Estadio larval 5 (L5)	La larva toma un color café oscuro, al tiempo que sus setas son muy poco visibles. Adicionalmente en esta etapa, se desarrollan puntos en cada segmento abdominal.
Estadio larval 6 (L6)	La larva en este estadio tiene una apariencia robusta, con una tonalidad brillante. Por otra parte, se observa una mancha rojiza en el primer segmento del tórax, la cual fácilmente puede identificar este estadio.

Fuente: CIAT (2016)

2.3.6.3. Pupa.

Es de tipo obtecta, color marrón oscuro, aproximadamente de 1.8 cm de longitud, con su extremo abdominal terminando en 2 espinas o ganchos en forma de "U" invertida. El empupamiento se realiza bajo la superficie del suelo, a una profundidad variable de 2.5 a 5 cm, esta etapa dura de 10 a 20 días (Vela y Quispe, 1988).

2.3.6.4. Adulto.

Presentan dimorfismo sexual y de hábitos nocturnos. Tienen cabeza pequeña con ojos prominentes y antenas filiformes, tórax y abdomen pubescentes de color gris oscuro, siendo el primero de un tono más intenso, las alas anteriores sirven para la diferenciación de ambos sexos, en el macho son de color pardo grisáceo y en la región remigia, próximo al margen costal, existe un par de manchas irregulares y claras que se unen en un punto casi plateado. En las hembras las alas son de coloración grisácea uniforme, con las mismas manchas difusas. Llegan a medir hasta 3.5cm (Vela y Quispe, 1988).

Tabla 5

Duración del ciclo de vida del Spodoptera frugiperda en relación con la temperatura.

Temperatura ° C	Días promedio			
	Huevo	Larva	Pupa	Adulto
34,9	-	13,9	5,9	4,7
29,5	2	14,9	7,1	9,4
19,9	6,7	39,4	18,9	15,7

Fuente: (Zegarra, 2012).

2.3.7. Daños que ocasiona a la planta

El cogollero inicia el daño sobre las partes tiernas de las hojas, que parecen como pequeñas áreas translúcidas, posteriormente llegan a comer el cogollo haciendo grandes perforaciones (Ortiz, 2010).

Las larvas no se presentan al mismo tiempo, ya que los adultos ovipositan en diferentes sitios y en horas distintas, por lo que es común encontrar en el cultivo larvas de todas las edades y con diferente gravedad de daños (Jaramillo *et al.*, 1989).

Spodoptera frugiperda inicia su ataque cuando las plantas tienen alrededor de 5 a 6 hojas libres y a medida que progresa la edad de la planta, las poblaciones del insecto también progresan hasta alcanzar el punto de máxima infestación y este se presenta cuando la planta tiene 10 hojas libres. Sin embargo, el ataque puede llevarse a cabo en cualquier etapa del vegetal (Zegarra, 2012).

2.3.8. Control de *Spodoptera frugiperda*.

Sarmiento y Casanova (1975) señalan que el límite de control es cuando el 20% de las plantas resultan afectadas, con un nivel del 30 % se encontró que el rendimiento declinaba en “forma pronunciada”.

Según Fernández (2002) el umbral de daño económico para *Spodoptera frugiperda* es 33 % de incidencia con daños foliares de grado 4-5.

Jaramillo (1989) sugiere que se debe controlar cuando al tomar al azar 100 plantas menores de 80 cm, se encuentren 20 a 25 larvas.

Zagal (2015) menciona que cuando se encuentre un 20 % del área foliar con daño inicial efectuar medidas de control, ya que si se produce un daño foliar del 30 % el rendimiento disminuye en 200 kg/ha y si este llega al 40 % disminuye 250 Kg/ha.

Vela y Quispe (1988) mencionan que en la evaluación de este insecto se deben observar el número de larvas existentes en los cogollos, así como el porcentaje plantas afectadas y que el límite de control es de 30% de cogollos con larvas.

2.3.9. Control microbiológico

El más empleado comercialmente es el *Bacillus thuringiensis*. Cuando un insecto-plaga se alimenta de las hojas tratadas con Bt, interrumpe su alimentación en cuestión de minutos, después que los cristales se disuelvan en su interior y dañan las células intestinales. Después del daño causado por las toxinas en el intestino medio, las esporas atraviesan la pared y germinan rápidamente en el interior del cuerpo, causando envenenamiento del insecto que perecen en un intervalo de 1 a 3 días. Las larvas afectadas mueren lentamente, se decoloran, luego se arrugan, ennegrecen y mueren. Las más pequeñas mueren en menor tiempo, lo cual sugiere que la aplicación en el momento oportuno puede mejorar visiblemente el desempeño de la misma (Zegarra, 2012).

Dentro de los hongos entomopatógenos el más sobresaliente es *Beauveria bassiana* es un hongo que actúa por contacto en los diferentes estadios de los insectos plaga. Las conidias, son las unidades infectivas, penetran al cuerpo del insecto, produciéndoles disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular y respiratorio es decir el insecto se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere. La muerte puede ocurrir a los tres a cinco días, dependiendo la virulencia del hongo y estadio del insecto. (Téllez et al., 2009).

El hongo *Nomuraea rileyi* es recomendada para manejar las altas poblaciones de larvas del gusano cogollero del maíz ya que este hongo aplicado en cebo mantiene porcentajes de eficacia superiores al 90% por un tiempo mayor a 15 días después de la aplicación. (Téllez et al., 2009).

2.4. *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*

2.4.1. Taxonomía.

La clasificación taxonómica del *Bacillus thuringiensis* es la siguiente (Vidal, 2010)

Clase:	Bacilli
Orden:	Bacillales
Familia:	Bacillaceae
Género:	<i>Bacillus</i>
Especie:	<i>B. thuringiensis</i>

Bacillus thuringiensis ha sido considerado un microorganismo del suelo ya que éste era el medio más frecuente a partir del cual se aisló en los estudios iniciales. Sin embargo, los numerosos programas de búsqueda de cepas emprendidos desde entonces han podido aislar esta especie de casi cualquier hábitat, como el suelo, excrementos, superficies vegetales, agua, cadáveres de insectos, granos almacenados (Vidal, 2010).

2.4.2. Morfología y biología

Es un bacilo gram positivo, de flagelación peritrica, que mide de 3 a 5 μm de largo por 1 a 1,2 μm de ancho (Sauka y Benintende, 2008).

Durante su ciclo de vida presenta dos fases principales: crecimiento vegetativo, donde las bacterias se duplican por bipartición, y la esporulación, la cual es la diferenciación de bacteria a espora (Hernández *et al.*, 2012).

El ciclo biológico se inicia con la germinación de las esporas. La célula crece y se multiplica activamente en condiciones aerobias, aunque es anaerobia facultativa. En

condiciones de laboratorio, la bacteria crece convenientemente en diversos medios de cultivo, las condiciones óptimas son 26-30°C de temperatura y pH neutro (Vidal, 2010).

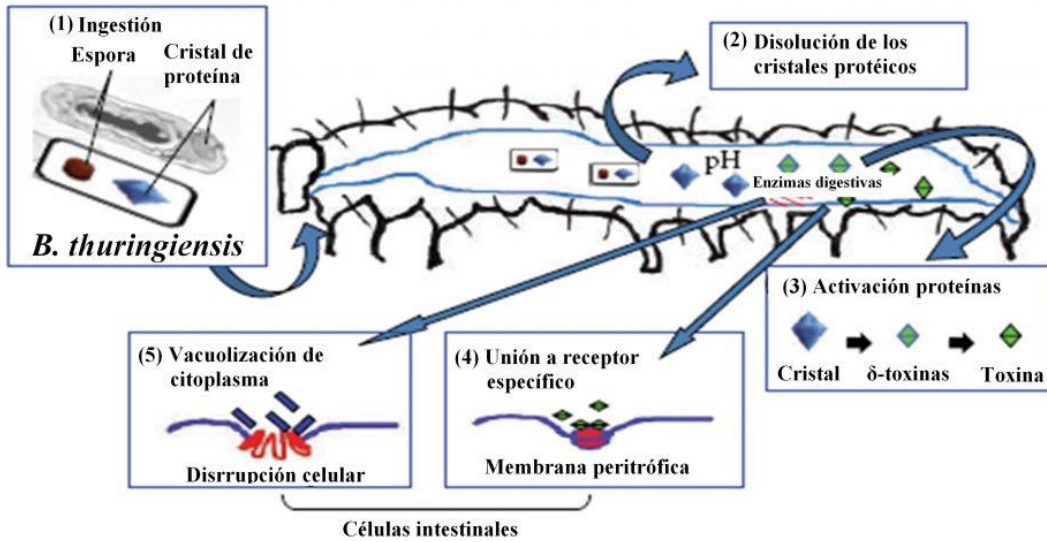
Produce cristales proteicos (δ – endotoxina) durante la fase de esporulación, compuestos de proteínas denominadas proteínas Cry, que le confiere capacidad patogénica hacia varios insectos en su mayoría lepidópteros, su forma es variable bipyramidal, cuboidal, oval, cuadrada, rectangular, circular y amorfa (Hernández *et al.*, 2012).

2.4.3. Mecanismo de acción

Los cristales de *B. thuringiensis* son ingeridos y luego solubilizados en un ambiente alcalino del intestino medio del insecto, tras lo cual se liberan las proteínas cristalinas en forma de protoxinas. Estas no producirán el daño inmediato, sino que deberán ser procesadas por proteasas intestinales para generar las toxinas activas. Una vez las esporas de Bt se introducen en el hemocele de la larva se difunden produciendo una hemorragia generalizada, pérdida de la capacidad de sintetizar alimento, se paraliza su capacidad de alimentación y el insecto muere (Bravo *et al.*, citado por Rosales 2015).

Figura 1

Modo de acción de *Bacillus thuringiensis* en lepidópteros.



Nota: ingestión de bacterias (1); solubilización de los cristales (2); activación de proteína (3); unión de proteínas a los receptores (4); la formación de poros de la membrana y lisis celular (Rogéri0 et al.,2014, como se citó en Reyes, 2016)

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El trabajo de investigación se realizó en dos lugares:

En campos de cultivo de maíz del caserío de Sivingán Bajo, distrito y provincia de Chota, región de Cajamarca. Ubicado entre las coordenadas 17M 756429; 9280836, a una altitud de 2490 m. y en el laboratorio de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), Dirección Ejecutiva Cajamarca, el cual está ubicado entre las coordenadas UTM: 17M 779596.15 9207336.19, a una altitud de 2663 m

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

- Larvas de *Spodoptera frugiperda*.
- *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, producto formulado a una composición de 6,4% y 3200 UIP/mg
- Platas de maíz.

3.2.2. Materiales y equipos de laboratorio

- **Desinfectantes:** Alcohol al 70%.
- **Materiales:** Tapers herméticos, aspersores.
- **Material de vidrio:** Placas petri 10 cm, beaker, matraz, micropipeta 1000 ul, shaker.
- **Equipos:** Balanza analítica, incubadora, estereoscopio.

3.3. Metodología.

3.3.1. Obtención del insecto adulto del barrenador de la hoja de maíz para su identificación taxonómica.

Se colectaron larvas en los campos cuyas platas de maíz presentaban daños del barrenado, se transfirieron a tapers herméticos en las cuales se colocaron hojas de maíz que le sirvieron de alimento y se pudo transportar vivas desde el campo hasta el laboratorio.

Al llegar al laboratorio las larvas fueron trasferidas a nuevos tapers herméticos desinfectados que estaban codificadas con la fecha de ingreso.

Las larvas fueron criadas en tapers herméticos a temperatura ambiente.

En los tapers herméticos se introdujo pedacitos de hojas tiernas de maíz que les sirvió de alimento, las cuales fueron cambiadas cada 48 horas, hasta que las larvas llegaron a estado de pupa.

Posteriormente cuando las larvas estuvieron en el último instar se colocaron en cámaras de recuperación con suelo cernido para lograr el empupado.

Las cámaras de recuperación se colocaron en una incubadora a 21°C para acelerar la emergencia del adulto.

En la bitácora de trabajo se anotó las observaciones importantes de cada ejemplar, tales como cambio de instar, presencia de exuvia, así como el día en que cada larva pasó a la fase de pupa y la fecha de emergencia de los adultos, para determinar la duración promedio de cada etapa en días.

Una vez obtenido los insectos adultos, estos fueron colocados en una cámara de refrigeración a 0° C durante 10 minutos para causar la muerte del insecto sin dañar sus características taxonómicas.

Los insectos adultos fueron montados con alfileres entomológicos y colocados en cajas acondicionadas, las mismas que se enviaron a SENASA – Lima para su confirmación taxonómica.

3.3.2. Determinación de la infestación y severidad.

La evaluación se realizó en áreas de cultivo de maíz en el caserío de Sivingán Bajo del Distrito de Chota.

Se identificaron parcelas de maíz afectadas por *Spodoptera frugiperda*.

Para determinar la infestación se muestrearon 10 parcelas, se dividió cada parcela en 5 sectores y en cada sector se tomaron 20 plantas seguidas y se determinó de manera visual el número de plantas con daños y con presencia de larvas.

Para determinar la severidad de daño de la plaga, en cada sector de muestreo se tomó una planta al azar, de la cual se evaluó un determinado número de hojas, de acuerdo al estado fenológico de las plantas y se determinó el porcentaje de área foliar afectada

Tabla 6

Parcelas de evaluación y recolección de larvas.

Parcela	Agricultor	Nº de parcelas evaluadas	área (ha)
1 y 2	María Sánchez Vásquez	2	1.5
3 y 4	Oliverio Aguilar Medina	2	1
5, 6 y 7	Alberto Carranza Sánchez	3	1.5
8 y 9	Fraxila Barboza Vásquez	2	1
10	Nelly Aguilar Sánchez	1	0.5

La infestación se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Infestacion (I)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas con daños}}{\text{N}^\circ \text{ total de plantas evaluadas}} * 100$$

La severidad se calculó mediante la siguiente formula:

$$\text{Severidad (S)} = \frac{\sum(\text{N}^\circ \text{ de hojas de grado n})(\% \text{ mayor de cada grado})}{\text{N}^\circ \text{ total de hojas evaluadas}}$$

Para el caso de la severidad se tuvo en cuenta la siguiente escala de evaluación:

Tabla 7

Modelo de escala de evaluación, describiendo el porcentaje de daños de la plaga.

Grado	Porcentaje de daños	Descripción
1	0 %	Hojas sanas
2	1-25%	Daños visibles a la vista (hojas con pequeñas ventanas translucidas)
3	26-50%	Hojas con grandes orificios.
4	51-75%	Defoliación del cogollo
5	76-100%	Defoliación completa de la planta

Fuente: (Andrews, 1980 como se citó en Zagal, 2015).

3.3.3. Referencias del *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*.

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

Características:

- Composición: *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 6.4%
- Formulación: Polvo mojable – WP
- Apariencia: Polvo marrón claro con olor característico

- Densidad: 1,06 – 1,1 g/ml a 20°C
- pH: 4,6-5,0
- Solubilidad: Soluble en agua
- Estabilidad: 2 años en condiciones normales de almacenamiento.
- Registro SENASA: Reg. PBUA N° 149 – SENASA
- Toxicología: DL50 oral aguda 10,516 mg/kg; DL50 dermal aguda 7,200 mg/kg.
- Categoría Toxicológica: Ligeramente Tóxico – Precaución
- Banda Toxicológica: Verde
- Presentación: 1 Kg.

3.4. Instalación del diseño experimental.

En la fase preliminar de campo se realizó lo siguiente:

En cada parcela se efectuaron colectas manuales de larvas; específicamente; sobre aquellas plantas que presentaban en las hojas problemas de barrenado.

Las larvas fueron separadas según de acuerdo al estadio larval.

El traslado de las larvas recolectadas al laboratorio, se realizó en tapers herméticos, conteniendo alimento para las larvas (tallos y hojas de maíz).

A nivel de laboratorio se realizó:

- Desinfección del material biológico (hojas tiernas de maíz) sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) al 5 % durante 30 segundos, logrando que el ensayo no se contamine.
- Flameado de la mesa de trabajo por 2 minutos.

Diseño experimental: Se instaló bajo el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 3x2 y 5 repeticiones.

Unidad experimental: Seis (6) larvas del insecto en estudio distribuidas en un tapers herméticos.

Factores en estudio.

Tabla 8

Factores en estudio.

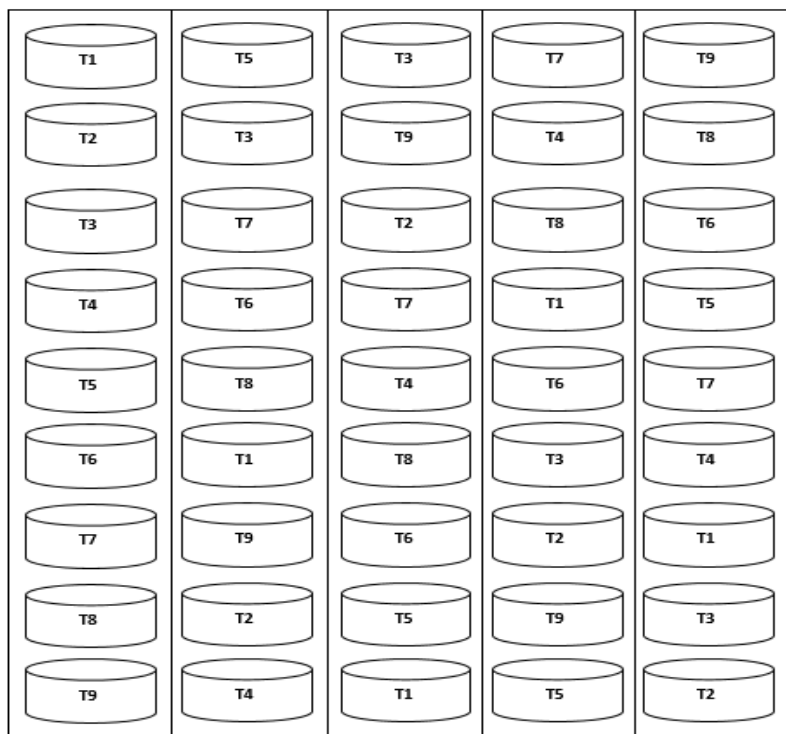
Factores en estudio		
Estadios larvales	Cantidad de <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>/Tratamiento	Dosis de recomendada por el laboratorio
L1= Estadio 1	D1= 0.00g/30ml de agua	-
L2= Estadio 2	D2= 0.037g/30ml de agua	250g/cil
L3= Estadio 3	D3= 0.045g/30ml de agua	300g/cil

Tabla 9*Tratamientos en estudio.*

Tratamientos	Codificación	Factores en estudio		Nombre de dosis
		Estadios larvales	Cantidad de Bt/tratamiento	
T1	L1D1	Estadio 1	0.00g/30ml de agua	Testigo
T2	L1D2	Estadio 1	0.037g/30ml de agua	Menor
T3	L1D3	Estadio 1	0.045g/30ml de agua	Máxima
T4	L2D1	Estadio 2	0.00g/30ml de agua	Testigo
T5	L2D2	Estadio 2	0.037g/30ml de agua	Menor
T6	L2D3	Estadio 2	0.045g/30ml de agua	Máxima
T7	L3D1	Estadio 3	0.00g/30ml de agua	Testigo
T8	L3D2	Estadio 3	0.037g/30ml de agua	Menor
T9	L3D3	Estadio 3	0.045g/30ml de agua	Máxima

Figura 2

Distribución de los tratamientos en investigación.



La investigación estuvo conformada de 9 tratamientos incluidos los tratamientos con dosis 1 (sirvieron como tratamientos testigos), cada tratamiento con 5 repeticiones.

3.4.1. Cálculo de la cantidad de agua y entomopatígeno.

a. Cálculo de la cantidad de agua.

Para determinar la cantidad de agua utilizada por tratamiento, se realizó una prueba en blanco, se simuló la instalación de un tratamiento y se asperjó (con el equipo de aspersión) agua, luego se midió la cantidad de agua utilizada determinando una cantidad de 30 mL por tratamiento.

b. Cálculo de la cantidad de bacteria entomopatógena para la dosis 2

Para el cálculo de la cantidad de la bacteria entomopatógena se utilizó la dosis recomendada por el laboratorio DROKASA PERÚ S.A.

250 g de BIOCILLUS.....200 000 mL de agua

X g de BIOCILLUS.....30 mL de agua

x= 0.037g de producto bacteriano (BIOCILLUS) por tratamiento.

c. Cálculo de la cantidad de bacteria entomopatógena para la dosis 3.

Para el cálculo de la cantidad de la bacteria entomopatógena se utilizó la dosis recomendada por el laboratorio DROKASA PERÚ S.A.

300 g de BIOCILLUS200 000 mL de agua

X g de BIOCILLUS30 mL de agua

x= 0045 g de producto bacteriano (BIOCILLUS) por tratamiento

3.4.1.1. Preparación y aplicación del caldo entomopatógeno

- Se midió la dureza y el pH del agua, ya que los valores sobrepasaban a 120 ppm y pH 7 respectivamente, se utilizó ablandadores para disminuir la dureza y por consiguiente el pH.
- Se midió en un beaker los 450 mL de agua.
- Se abrió la bolsa que contenía a la bacteria entomopatógena por un costado y se procedió a pesar.
- Se preparó la mezcla en el matraz y se agitó en el Shaker durante 10 minutos (con la finalidad de hidratar las células bacterianas). Se repitió este proceso para las dosis 2 y dosis 3. A estas soluciones se le llama caldo entomopatógeno para fines prácticos.

- Seguidamente se llenó el equipo de aspersión (pulverizador manual) y se aplicó a cada uno de los tratamientos la dosis correspondiente (ver tabla 09).
- Se realizó una (1) aplicación de caldo entomopatógeno en todo el tiempo que duró la investigación.

3.4.1.2. Evaluaciones

- Las evaluaciones se realizaron a los 4, 8, 12 y 16 días después de la inoculación de la bacteria entomopatógena.
- En cada evaluación se contó el número de larvas muertas y larvas con la presencia de la bacteria. Para lo cual las larvas muertas fueron separadas a nuevos tapers para visualizar la presencia de zooglea. Los datos obtenidos fueron registrados para su posterior procesamiento.
- Para determinar el grado de eficacia de la bacteria entomopatógena, se empleó la fórmula de Abbot modificada por Henderson & Tilton (Cabello, 2006).

$$\% \text{ EFICACIA} = \left\{ 1 - \left(\frac{\text{N vivos trat}}{\text{N vivos test}} \right) \right\} \times 100$$

Donde:

N vivos trat: Número de individuos vivos en el tratamiento.

N vivos test: Número de individuos vivos en el testigo.

3.4.2. Trabajo de gabinete

Se procedió a realizar la sistematización y análisis de los resultados obtenidos en campo y laboratorio en cada uno de los tratamientos en estudio, en los cuales se evaluaron el grado de mortalidad y la presencia de zooglea del entomopatógeno en el control de *Spodoptera frugiperda*. Ya que los resultados obtenidos se expresan en porcentajes (%), se tuvieron que transformar con la fórmula de la raíz cuadrada del arco seno $A = \text{Arcsin}$

$(\sqrt{y/100}) \times 180/3.1415$; donde y : valor en %. A valores bajos (0.00%) se le sumó 0.5,
 $A = \text{Arcsin}(\sqrt{y + 0.5/100}) \times 180/3.1415$.

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

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Confirmación taxonómica del barrenador de la hoja de maíz.

Tabla 10

Crianza de larvas del barrenador de la hoja de maíz.

Duración del periodo de crianza de larvas en laboratorio	
Días en estado larval	Días en estado de pupa
20,4	9,5

En el presente estudio la duración del estado larvario fue de 20,4 días en promedio, a una temperatura ambiente.

En el presente estudio el estado de pupa tuvo una duración de 9,5 días en promedio, en condiciones de incubadora a 21° C.

Según Zegarra 2012, la duración de todo el estadio larval a 19,9 °C es de 39,4 días, para el presente estudio la duración del estadio larval a 16° C fue de 20,4 días debido a que las larvas estuvieron en estudio a partir del estadio 4.

Según Zegarra 2012, la duración del periodo de pupa a 19,9°C es de 18.9 días, para el presente estudio la duración del periodo de pupa fue de 9.5 días debido a que en este estudio las cámaras de recuperación se pusieron en una incubadora a temperatura constante de 21°C.

Según los resultados enviados por el Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal del SENASA-Lima:

Los ejemplares adultos enviados pertenecen a la especie *Spodoptera frugiperda* (Comunicación personal e informes de clasificación taxonómica, SENASA - Lima.)

4.2. Fase preliminar de campo

4.2.1. Infestación del cogollero del maíz

Tabla 11

Porcentaje de infestación del cogollero del maíz en las 10 parcelas evaluadas.

Nº de parcela	Infestación (%)					Promedio(%)
	Sectores de evaluación (S)					
	S1	S2	S3	S4	S5	
1	40	50	70	20	60	48
2	30	40	70	20	40	40
3	20	30	70	10	70	40
4	50	40	70	30	30	44
5	90	80	30	50	50	60
6	20	50	30	60	30	38
7	50	60	10	60	20	40
8	30	50	40	80	40	48
9	20	60	60	60	30	46
10	40	30	30	50	30	36
Promedio						44

En cada parcela evaluada se puede observar que los niveles de infestación son muy altos, que indica el descuido de los agricultores en el manejo de sus parcelas, motivo por el cual urge un control adecuado, la infestación tendría que estar por debajo del 20% según lo referido por Sarmiento y Casanova (1975).

El valor histórico manejado en cultivo es de 20% de plantas afectadas, pero en la actualidad, cualquier valor es inútil si no se ubica dentro de una estrategia de manejo integrado de plagas.

Haciendo una comparación de los resultados obtenidos en esta investigación con lo mencionado por Fernández (2002) se observa que el nivel de infestación (44%) sobrepasa los niveles establecidos por Fernández (33%), por lo tanto, ha sobrepasado el umbral de daño económico.

Ortiz (2010) indica que cuando entre el 15 y 20% de las plantas muestreadas tienen larvas, se deben de tomar decisiones de aplicar algún tratamiento. Posteriormente el daño más importante ya estará hecho y las larvas de los mayores estadíos son más difíciles de ser controladas.

4.2.1.1. Evaluación del número de larvas existentes en las plantas de maíz.

Tabla 12

Número de larvas de cogollero en las 10 parcelas de maíz.

N° de larvas/planta	
Parcela	Promedio de N° de larvas
1	1
2	1
3	1,5
4	2,5
5	1
6	2,2
7	0,8
8	2,5
9	2,1
10	0,9
Promedio	1,55

El número promedio de larvas/planta fue de 1.55, lo cual indica que hay un elevado porcentaje de infestación.

Según Jaramillo (1989), el gusano cogollero se debe controlar cuando al tomar 100 plantas al azar se encuentran entre 20 a 25 larvas.

Comparando los resultados de la investigación con lo mencionado por Jaramillo (1989), se ha sobrepasado 5 veces más los límites de control.

4.2.2. Severidad del cogollero del maíz

La severidad está referida a la medida de, cuánto de la planta o cuánto de tejido de la planta se encuentra afectada por la plaga. Esta es una medida visual y subjetiva, a diferencia de la infestación en la que se cuenta el número de plantas con o sin daños y presencia de larvas.

Tabla 13

Grado de severidad del cogollero del maíz en las 10 parcelas evaluadas.

N° de planta evaluada	Grado severidad										total
	N° de parcela										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	21,4	25,0	25,0	25,0	17,9	15,0	32,1	10,0	10,0	14,3	19,6
2	32,1	25,0	35,0	10,0	21,4	25,0	32,1	25,0	5,0	32,1	24,3
3	17,9	16,7	29,2	25,0	39,3	15,0	14,3	10,0	15,0	14,3	19,7
4	21,4	12,5	12,5	10,0	21,4	15,0	14,3	5,0	10,0	17,9	14,0
5	25,0	25,0	20,8	10,0	21,4	25,0	25,0	15,0	10,0	25,0	20,2
Promedio	23,6	20,8	24,5	16,0	24,3	19,0	23,6	13,0	10,0	20,7	19,5

Se puede observar que la severidad del ataque de la plaga fluctúa entre los rangos de 10 % y 24,3 %, esto posiblemente se deba a factores como: densidad de siembra, clima y estado vegetativo de la planta.

En todas las parcelas evaluadas el promedio de severidad del ataque de la plaga fue de 19,5 %, lo cual haciendo la comparación con la escala propuesta anteriormente en la tabla N° 7, la severidad se encuentra en el grado 2 (1-25% de daños).

Zagal (2015) menciona que cuando se encuentre un 20 % del área foliar con daño inicial efectuar medidas de control, ya que si se produce un daño foliar del 30 % el rendimiento disminuye en 200 kg/ha y si este llega al 40 % disminuye 250 Kg/ha.

Teniendo en cuenta lo mencionado por Zagal en el campo evaluado es momento oportuno para aplicar medidas de control y evitar que los daños avancen, ya que se estaría exponiendo a pérdidas considerables.

4.3. Evaluaciones del *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*

4.3.1. Primera evaluación (4 días después de la inoculación) del grado de mortalidad total de larvas de cogollero.

Tabla 14

*Análisis de varianza para el grado de mortalidad total de larvas a los 4 días después de la inoculación con el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Tratamientos	8	5450.9240	681.3655	70.22 **	3.05
Error	36	349.3246	9.7035		
Total	44	5800.2486			

CV = 16.3 %

En el análisis de varianza realizado se ha encontrado un CV de 16.3 %, valor que indica buena precisión en los datos registrados. De esta manera respalda adecuadamente el análisis.

En la Tabla 14 encontramos que la prueba de F, indica diferencias altamente significativas entre las medias de tratamientos. Lo que significa que los factores en estudio, estadios larvales y dosis de aplicación de *Bacillus thuringensis var. Kurstaki*; afectan el grado de mortalidad de larvas de cogollero.

Considerando que hay tratamientos que son testigos, podemos comparar estos testigos con los otros tratamientos y el resultado será el efecto de la aplicación de *Bacillus thuringensis var. Kurstaki*, para controlar cogollero en estado larval.

La prueba estadística de comparación de medias adecuada para este tipo de comparación, es la prueba de Dunnett. Su aplicación es de la siguiente manera:

a) Leer en la tabla de Dunnett el valor que corresponde a la celda ubicada en la intersección de la fila signada con el número 36 (grados de libertad del error) y la columna signada con el número 5 (tamaño de muestra). Ese valor es 2.64, que se identifica con las letras *td*. Entonces $td = 2.64$

b) Calcular el valor crítico de Dunnett, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

Valor crítico de Dunnett = $td \sqrt{CMe/n}$; donde:

CM: Cuadrado medio del error = 9.70

n: tamaño de muestra = 5

Entonces: Dunnett = $2.64 \sqrt{9.70/5} = 3.68$

Tabla 15

Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a los estadios larvales estudiados, a los 4 días de la aplicación del entomopatógeno.

Estadio larval	Mortalidad total a los 4 días después de la inoculación	Dunnet ($\alpha = 0.05$)
L1	20.39	S
L3	19.65	S
L2	17.41	S

Nota: Los tratamientos que reciben la letra S, tienen medias estadísticamente semejantes con el testigo. Si alguna media hubiera recibido la letra D, se trataría de una media estadísticamente diferente a la media del testigo.

La Tabla 15 muestra los resultados de la aplicación de la prueba de Dunnett, según la cual todas las medias son semejantes, porque todas reciben la misma letra S. Esta situación indica que el efecto del entomopatógeno en las medias de mortalidad total de larvas de cogollero, es semejante en los tres estadios larvales.

Podemos concluir entonces, afirmando que el efecto del entomopatógeno (*Bacillus thuringensis var. Kurstaki*) actúa en forma semejante aplicado en cualquier estadio larval del cogollero

Tabla 16

Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a las dosis, a los 4 días de la aplicación del entomopatógeno.

Mortalidad total a los 4		
Dosis	días después de la inoculación	Dunnet ($\alpha = 0.05$)
D1 (testigo)	4.05	S
D2	24.84	D
D3	28.56	D

Nota: Los tratamientos que reciben la letra S, tienen medias estadísticamente semejantes al testigo y las medias que han recibido la letra D, estas son estadísticamente diferentes al testigo.

La tabla 16 nos muestra que las dosis de aplicación del entomopatógeno afectan significativamente la mortalidad total de larvas de cogollero, puesto que la mayor mortalidad se logra cuando se aplica el entomopatógeno tanto en la dosis 2 como en la dosis 3; superando en ambos casos ampliamente al testigo (dosis 1). Lo que equivale a decir que hay suficientes evidencias que el entomopatógeno (*Bacillus thuringensis var. Kurstaki*) aplicado en cualquiera de los estadios larvales (1, 2 y 3), ocasiona mayor mortalidad total de las larvas del cogollero.

Debido a que, en el diseño de los tratamientos del experimento, se han considerado la combinación de niveles de los factores en estudio (dos niveles en el factor dosis y 3 niveles en el factor estadio larval), estuvo previsto también el análisis de la factorial 2 x 3; el mismo que se ha realizado, obteniendo los resultados de la Tabla 17.

Tabla 17

Análisis Factorial de los datos de mortalidad total por aplicación de Bacillus thuringensis var. Kurstaki, evaluado a los 4 días después de la inoculación

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Tratamientos	5	320.2142	64.0428	4.40 *	2.62
Estadio	2	108.0650	54.0325	3.71 *	3.40
Dosis	1	103.9038	103.9038	7.14 *	4.26
Estadio x Dosis	2	108.2454	54.1227	3.72 *	3.40
Error	24	349.3246	14.5552		
Total	29	669.5388			

CV = 14.3 %

El coeficiente de variación determinado es adecuado para el presente trabajo.

En la Tabla 17 observamos que es significativa la interacción del factor estadio larval del cogollero con el factor dosis de aplicación del entomopatógeno; lo cual significa que no existe independencia en el efecto de los factores en la mortalidad total de larvas de cogollero; por el contrario, significa que el efecto de un factor depende del otro factor. Situación que nos impide el análisis independiente de los factores y a la vez nos limita a comentar la interacción únicamente.

Lo que manifestamos en el párrafo anterior, resulta discrepante con lo afirmado al comparar los tratamientos con el testigo, donde hemos afirmado que se puede aplicar el entomopatógeno en cualquier estadio larval. Dicha discrepancia es real, pero no cuestiona el trabajo porque se trata de dos análisis diferentes de los mismos datos; pero en ambos análisis, no intervienen todos los datos. Puesto que en la comparación de medias con la prueba de

Dunnet, se incluye a los testigos, mientras que en el análisis factorial no intervienen estos testigos.

Se excluyen los testigos en el análisis factorial porque no existe equidistancia entre los testigos y las dosis 2 y 3. La dosis 1 es aplicación cero (testigo), luego la dosis 2 (0.037 gramos por 30 ml de agua) y la dosis 3 (0.045 gramos por 30 ml de agua), se muestran muy cercanas las dosis 2 y 3 y realmente son dosis de aplicación del entomopatógeno; mientras que la dosis 1 se encuentra lejana y no se trata de aplicación de entomopatógeno.

Tabla 18

Promedios de mortalidad total de los tratamientos, que muestran la interacción de los factores Dosis y Estado larval, en estudio.

	Dosis 2	Dosis 3
Estadio 1	24.09	33.03
Estadio 2	24.09	24.09
Estadio 3	26.32	28.56

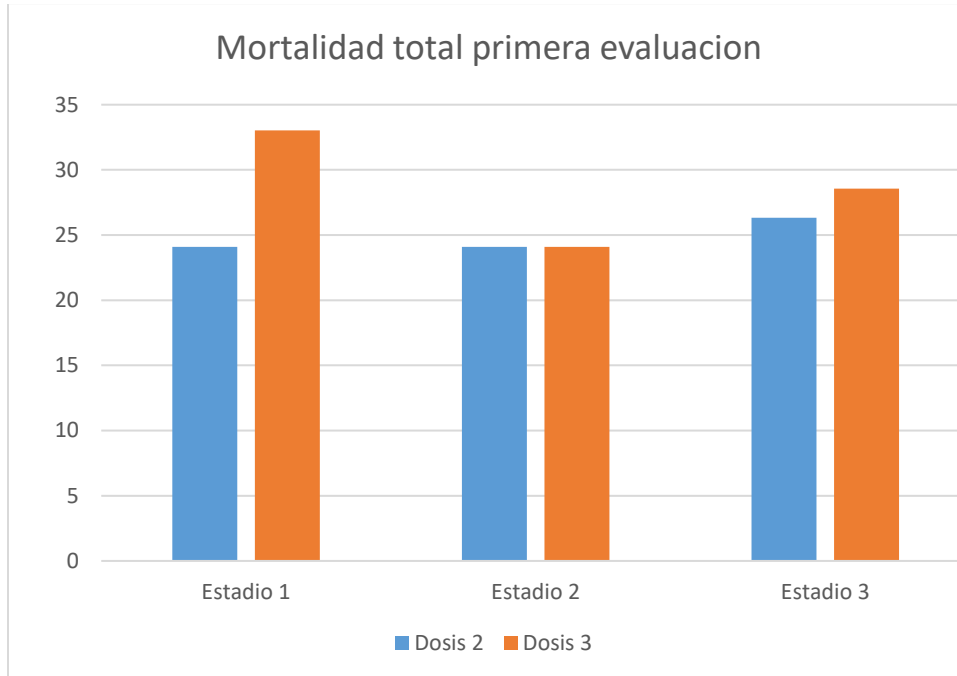
En la Tabla 18 y la figura 3, se observa que la mortalidad total del insecto varía con el estadio larval del insecto; puesto que la dosis 2, ocasiona la mayor mortalidad en el estadio 3 (26.3288), mientras que la dosis 3 ocasiona la mayor mortalidad total en el estadio 1 (33.0304).

Este diferente comportamiento de las dosis de aplicación del entomopatógeno, de acuerdo al estadio larval del cogollero, explica la interacción y a la vez significa que no se puede aplicar la misma dosis en los diferentes estadios larvales.

De la Tabla 18 y figura 3, se extrae que la mayor mortalidad larval de cogollero ocurre aplicando la dosis 3 en el estadio larval 1 de cogollero o la dosis 2 en estadio larval 3.

Figura 3

Grado de mortalidad del insecto, mostrando la interacción de estadio larval con dosis de aplicación



4.3.2. Segunda evaluación (8 días después de la inoculación) del grado de mortalidad total de larvas del cogollero.

Tabla 19

Análisis de varianza para el grado de mortalidad total de larvas a los 8 días

*después de la inoculación con el entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Tratamientos	8	26965.0858	3370.6357	482.557 **	3.05
Error	36	251.4584	6.9850		
Total	44	27216.5442			
CV	6.9 %				

En el análisis de varianza realizado se ha determinado un CV de 6.9 %, valor que indica buena precisión en los datos manejados, respaldando así adecuadamente las conclusiones a las que se llegue.

Según la prueba de F, mostrada en la Tabla 19, hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos en estudio, lo que equivale decir que el estadio larval y las dosis de aplicación del entomopatógeno, afectan la mortalidad total del cogollero. Por lo tanto, pasaremos a realizar la comparación de medias de los tratamientos con el testigo, para conocer los tratamientos que superan al testigo (prueba de Dunnett).

Siguiendo el procedimiento desarrollado en la primera evaluación se ha determinado que el valor crítico de Dunnett, a usarse en esta segunda evaluación es 3.12, el mismo que se ha sido aplicado a los datos, obteniendo los resultados que se dan en la Tabla 20.

Tabla 20

Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a los estadios larvales estudiados, a los 8 días de la aplicación del entomopatógeno.

Estadio larval	Mortalidad total a los 8 días después de la inoculación	Dunnet ($\alpha = 0.05$)
L1	40.82	D
L2	37.19	S
L3	37.19	S

Nota: Los tratamientos que reciben la letra S, tienen medias estadísticamente semejantes al testigo y las medias que han recibido la letra D, son estadísticamente diferentes al testigo

En la tabla 20, se observa que la mortalidad total de larvas de cogollero ocurre en mayor magnitud en el estadio larval larval 1 y disminuye un poco cuando se aplica en el

segundo y tercer estudio larval. Situación que brinda indicios de una mayor susceptibilidad del estadio 1 de las larvas de cogollero al entomopatógeno, que los estadios 2 y 3. Aspecto que debe ser dilucidado mediante futuros trabajos de investigación.

Tabla 21

Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a las dosis en estudio, evaluada a los 8 días de la aplicación del entomopatógeno.

Dosis	Mortalidad total a los 8 días después de la inoculación	
	Dunnet	($\alpha = 0.05$)
D1 (testigo)	4.05	S
D2	53.44	D
D3	57.71	D

Nota: Los tratamientos que reciben la letra S, tienen medias estadísticamente semejantes al testigo y las medias que han recibido la letra D, son estadísticamente diferentes al testigo

En la tabla 21, se observa que la mortalidad total del insecto se consigue aplicando el entomopatógeno ya sea en la dosis 2 o en la dosis 3; superando totalmente al testigo en el cual la mortalidad ocurre mínimamente. Estos resultados nos permiten afirmar que es efectivo el entomopatógeno (*Bacillus thuringensis var. Kurstaki*) en el control de larvas del cogollero.

Por las mismas razones expuestas al realizar el comentario de la primera evaluación, se ha procedido a realizar el análisis factorial de la segunda evaluación.

Tabla 22

Análisis de varianza para el grado de mortalidad total a los 8 días después de la inoculación del entomopatógeno (factorial Estadio larval x Dosis de aplicación)

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Tratamientos	5	415.9612	83.1922	7.94 *	2.62
Estadio	2	197.3908	98.6954	9.42 *	3.40
Dosis	1	137.1716	137.1716	13.10 *	4.26
Estadio x Dosis					
Dosis	2	81.3989	40.6995	3.88 *	3.40
Error	24	251.4584	10.4774		
Total	29	667.4196			

CV = 5.8 %

El valor del coeficiente de variación CV = 5.8 es adecuado para este tipo de trabajos.

En la Tabla 22 se observa que la interacción es significativa, lo cual nos limita manejar por separado los dos factores en estudio, porque el comportamiento de un factor se ve afectado por el comportamiento del otro factor. Entonces debemos concentrarnos solo en la interacción.

Tabla 23

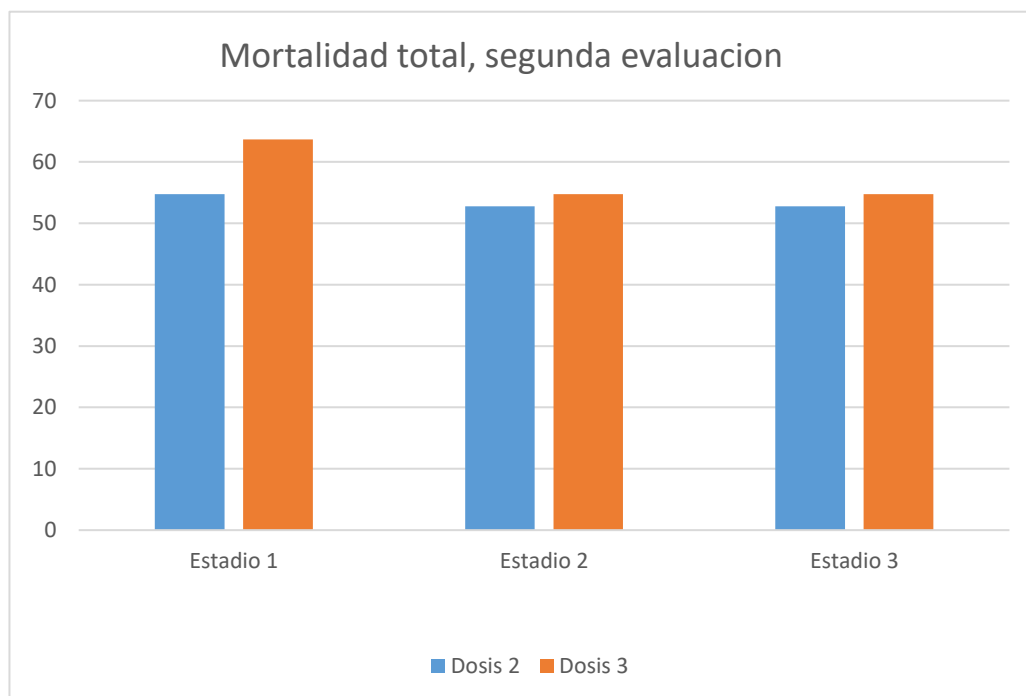
Promedios de mortalidad total, de los tratamientos, que muestran la interacción de los factores Dosis y Estadio larval, en estudio.

	Dosis 2	Dosis 3
Estadio 1	54.70	63.70
Estadio 2	52.80	54.70
Estadio 3	52.80	54.70

En la Tabla 23 y la figura 4, se aprecia que en el estadio 1, las dosis 2 y 3, logran la mayor mortalidad total de cogollero; pero a la vez se observa que al pasar de la dosis 2 a la dosis 3, el incremento de la mortalidad es de 9 puntos en el estadio larval de cogollero 1; mientras que en los estadios 2 y 3, pasar de la dosis 2 a la dosis 3, ocasiona un incremento de solo 2.1 puntos. Esta situación muestra una mejor respuesta al cambio de dosis en el estadio 1 y la mejor combinación sería estadio 1 con dosis 3. Por lo tanto, podemos concluir afirmando que los mejores resultados se obtienen aplicando la dosis 3 de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, en el estadio 1 de las larvas del cogollero.

Figura 4

Grado de mortalidad del insecto, mostrando la interacción de estadio larval con dosis de aplicación



4.3.3. Tercera evaluación (12 días después de la inoculación) del grado de mortalidad total de larvas de cogollero.

Tabla 24

*Análisis de varianza para el grado de mortalidad total de larvas de cogollero a los 12 días después de la inoculación con el entomopatógeno *Bacillus thuringensis* var. *Kurstaki*.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Tratamiento	8	65022.1813	8127.7727	179.99 **	3.05
Error	36	1625.5720	45.1548		
Total	44	66647.7533			

CV = 11.8 %

El valor del coeficiente de variación se ubica dentro del rango adecuado para este tipo de experimentos; otorgándonos así confianza de seguir con el análisis de resultados.

En la Tabla 24, la prueba de F nos muestra que hay diferencias altamente significativas entre las medias de los tratamientos en estudio. Lo cual significa que los factores estadio larval y dosis de aplicación del entomopatógeno (*Bacillus thuringensis* var. *Kurstaki*), afectan significativamente la mortalidad de las larvas de cogollero.

Lo conveniente es entonces efectuar la comparación de medias usando la prueba de Dunnett y el valor crítico es de 7,93 y se obtiene siguiendo el mismo procedimiento expuesto en la primera evaluación.

Tabla 25

Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a los estadios larvales estudiados, a los 12 días de la aplicación del entomopatógeno.

Estadio larval	Mortalidad total a los 12 días después de la inoculación	Dunnet ($\alpha = 0.05$)
L1	61.35	S
L3	56.53	S
L2	57.32	S

Nota: Los tratamientos que reciben la letra S, tienen medias estadísticamente semejantes al testigo y las medias que han recibido la letra D, son estadísticamente diferentes al testigo

En la Tabla 25 se observa que la mortalidad de larvas de cogollero evaluada a los 12 días es semejante en los tres estadios larvales, lo cual significa que se puede aplicar el entomopatógeno (*Bacillus thuringensis var. Kurstaki*), en cualquiera de los tres estadios de las larvas de cogollero.

Tabla 26

Comparación de medias de mortalidad total de acuerdo a las dosis de aplicación, a los 12 días de la aplicación del entomopatógeno.

Dosis	Mortalidad total a los 12 días después de la inoculación	Dunnet ($\alpha = 0.05$)
D1 (testigo)	4.05	S
D2	78.75	D
D3	88.38	D

Nota: Los tratamientos que reciben la letra S, tienen medias estadísticamente semejantes al testigo y las medias que han recibido la letra D, son estadísticamente diferentes al testigo

La tabla 26 nos muestra que la mortalidad total de larvas de cogollero es significativamente mayor cuando se aplica el entomopatógeno en las dosis 2 y 3; superando ampliamente al testigo (dosis 1). Lo cual nos indica claramente que es conveniente aplicar el entomopatógeno (*Bacillus thuringensis var. Kurstaki*) para controlar larvas de cogollero.

Tabla 27

Análisis de varianza (factorial) del grado de mortalidad evaluado a los 12 días de aplicación del entomopatógeno Bacillus thuringensis var. Kurstaki

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Tratamientos	5	1780.3884	356.0777	5.26 **	2.62
Estadio	2	735.4156	367.7078	5.43 *	3.40
Dosis	1	696.7086	696.7086	10.29 **	4.26
Estadio x Dosis	2	348.2343	174.1321	2.57 NS	3.40
Error	24	1625.5720	67.7322		
Total	29	3405.9604			

CV = 9.85%

El coeficiente de variación determinado es adecuado para este tipo de trabajos.

En la Tabla 27, encontramos que la interacción de factores es no significativa, lo cual significa que el efecto de los factores es independiente, por lo tanto, pueden analizarse por separado.

Tabla 28

Aplicación de la prueba de Tukey para mortalidad total de larvas de cogollero evaluada a los 12 días de aplicado el entomopatógeno.

Estadio	Promedio	Tukey
L1	90.00	A
L2	82.75	A
L3	77.95	B

En la Tabla 28 y figura 5, se observa que según la prueba de Tukey la aplicación del entomopatógeno en los estadios 1 y 2, produce el mayor efecto sobre la mortalidad total de larvas de cogollero, superando significativamente a la aplicación del entomopatógeno en el estadio 3. Situación que en la práctica nos llevaría a recomendar la aplicación temprana del entomopatógeno.

Figura 5

Mortalidad de larvas de cogollero de acuerdo al estadio larval en que recibió la aplicación del entomopatógeno

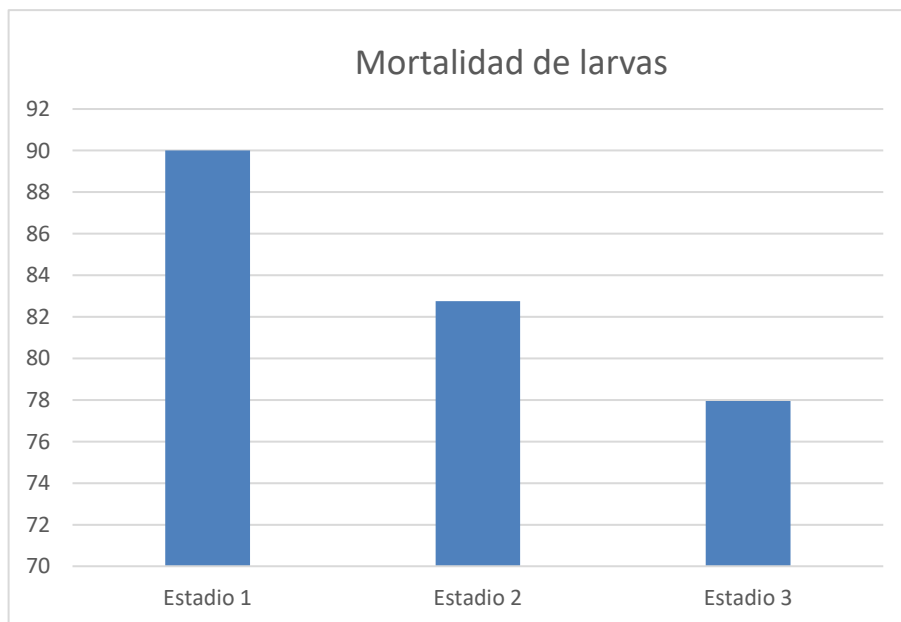


Tabla 29

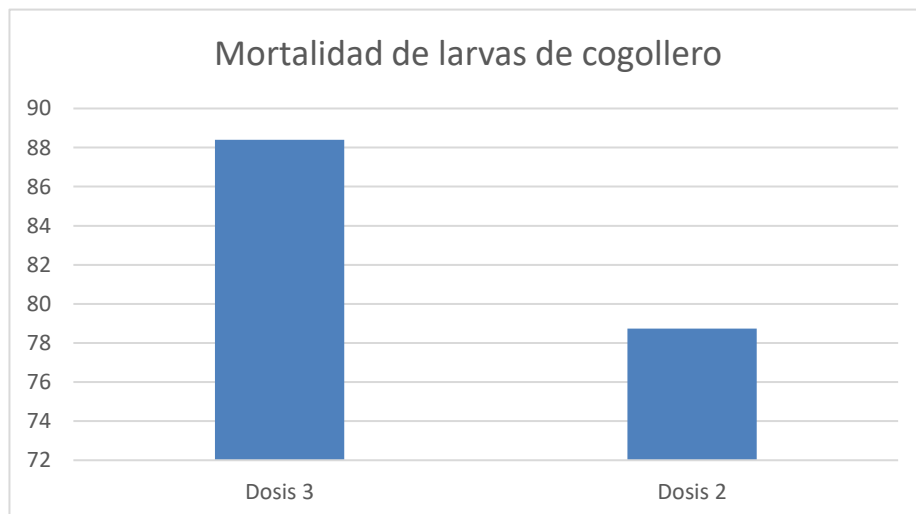
Aplicación de la prueba de Tukey para mortalidad total de larvas de cogollero evaluada a los 12 días de aplicado el entomopatógeno

Estadio	Promedio	Tukey
D2	78.74	A
D3	88.39	B

En la Tabla 29 y la figura 6, se observa que, según la prueba de Tukey, la mortalidad total de las larvas de cogollero es significativamente superior cuando se aplica el entomopatógeno en la dosis 3. Superando ampliamente a la dosis 2. Resultado que nos muestra que la mayor concentración de bacterias de la dosis 3, ha ocasionado mayor mortalidad de larvas de cogollero. Por lo tanto, podemos también recomendar que en evaluaciones posteriores adicionar una dosis mayor a las dosis 2 y 3, equidistante a estas, en busca de mejor control de larvas de cogollero.

Figura 6

Mortalidad de larvas de cogollero de acuerdo a la dosis de aplicación del entomopatógeno



4.3.4. Cuarta evaluación (16 días de la inoculación)

En esta evaluación no se realizó el análisis estadístico correspondiente ya que en todos los tratamientos con dosis 2 y dosis 3 se presentó 100 % de mortalidad.

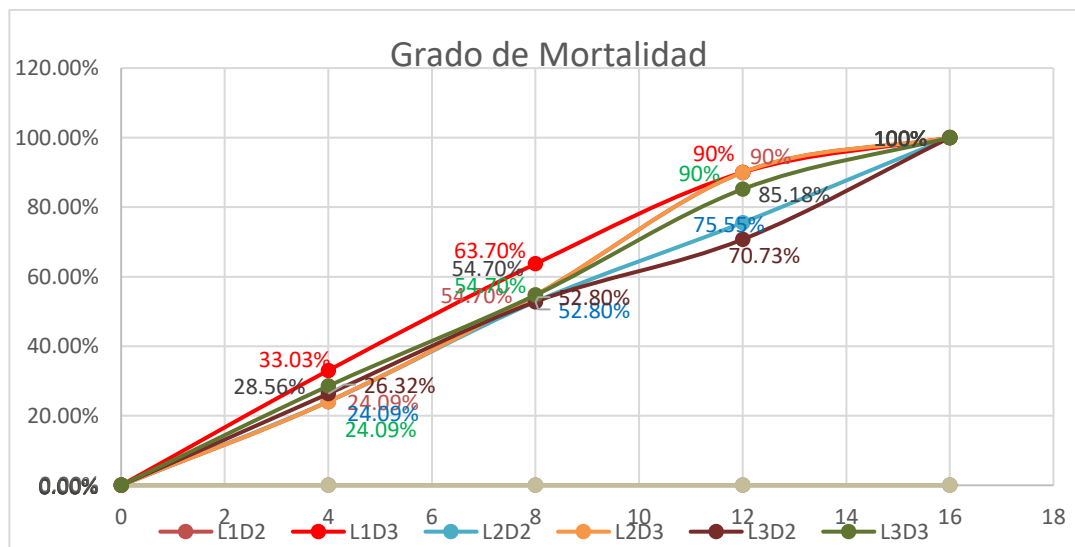
Tabla 30

Resumen del Grado de Mortalidad sin presencia de zooglea alcanzado en los tratamientos, desde el día de la inoculación hasta el decimosexto día.

DDI	Mortalidad total					
	Tratamientos					
	L1D2	L1D3	L2D2	L2D3	L3D2	L3D3
0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4	24.09%	33.03%	24.09%	24.09%	26.32%	28.56%
8	54.70%	63.70%	52.80%	54.70%	52.80%	54.70%
12	90%	90%	75.55%	90%	70.73%	85.18%
16	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 7

Comparativo del grado de mortalidad alcanzado por el entomopatógeno a través del tiempo.



En la figura 7 se aprecia el comportamiento de las dosis de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* en las larvas de los tres instares de *Spodoptera frugiperda* desde el día de la inoculación hasta el decimosexto día, en el cuarto día de la inoculación del entomopatógeno se observa que el tratamiento L1D3 con 33.03 %, tiene el mayor porcentaje de larvas muertas con presencia de zooglea, además se observa que el mejor tratamiento con la dosis 2 es L3D2 con 26.32%; en el octavo día se observa que el mejor tratamiento con la dosis 3 es L1D3 con 63.70 % de larvas muertas con presencia de zooglea, mientras que el mejor tratamiento con la dosis 2 es L1D2 con 54,70 %; para el decimosegundo día se aprecia que en los mejores tratamientos con la dosis 3 son L1D3 y L2D3 el porcentaje de larvas muertas con presencia de zooglea fue del 90 %, mientras que el mejor tratamiento con la dosis 2 fue L1D2 con un 90 % de larvas muertas con presencia de zooglea; finalmente en el decimosexto día se observa que hay un 100 % de larvas muertas en todos los tratamientos inoculados con el entomopatógeno; de la figura 4 podemos asumir que esta mortalidad de larvas se debe a la acción del entomopatógeno y de la edad de las larvas ya que la presencia de zooglea es uno de sus síntomas de ataque.

La dosis de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* que mostro mayor eficacia en los tres estadios larvales en estudio fue la dosis 3 (0.045g/30 mL de agua), alcanzado en 4 días porcentajes de mortalidad total de 24,09% a 33.03 %, a los 8 días de 52.80 % a 63.70 % y a los 12 días desde un 85.18 % a 90 %.

La dosis 2 (0.037g/30 mL de agua) de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, presentó porcentajes de mortalidad total que varían entre 24.09% y 26.32% a los 4 días, a los 8 días de 52.80 % a 54.70% y de 70.73 % a 90 % a los 12 días.

Comparando la D3 con D2 aplicado en los diferentes estadios larvales, se puede decir que la dosis 3 presenta mejores resultados.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Spodoptera frugiperda (Lepidóptera: Noctuidae) es el insecto que causa el barrenado de las hojas de maíz en el caserío de Sivigán Bajo-Chota.

La infestación promedio del cogollero del maíz en el caserío de Sivigán Bajo-Chota fue 44%, con un promedio de 1,55 larvas/planta, mientras que la severidad promedio fue 19,5%.

Bacillus thuringiensis var. *kurstaki* es eficaz en el control de *Spodoptera frugiperda*, ya que a los 4 días de la inoculación el mejor tratamiento con dosis 3 fue el T3 (estadio larval 1 y 0.045g/30mL de agua) que alcanzó el 33.03 % de mortalidad de larvas y el mejor tratamiento con dosis 2 fue el T8 (estadio larval III y 0.037g/30mL de agua) que alcanzo 26.32% de mortalidad de larvas. A los 8 días después de la inoculación el mejor tratamiento con dosis 3 fue el T3 (estadio larval 1 y 0.045g/30mL de agua) con 63.70 % de mortalidad de larvas y el mejor tratamiento con dosis 2 fue el T2 (estadio larval 1 y 0.037g/30mL de agua) con 54.70% de mortalidad de larvas. A los 12 días de la inoculación los factores en estudio se analizaron por separado, concluyendo que el porcentaje de mortalidad con la dosis 3 (88.39%) es superior a la dosis 2 (74.38%) y el efecto en los estadios larvales 1 (90%) y 2 (82.75%) es superior estadísticamente al estadio larval 3 (77.95%). Todos los tratamientos con dosis 3 (0,045g/30mL de agua) y 2 (0,037g/30mL de agua) alcanzaron el 100 % de mortalidad confirmando con la presencia de la bacteria en el cuerpo de las larvas a los 16 días después de la inoculación del entomopatógeno.

Se recomienda hacer el control de esta plaga con *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* en los primeros estadios, ya que hay aportes de la mejor eficacia del entomopatógeno en aplicaciones tempranas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Angulo Morales, J. (2000). Manejo del gusano cogollero del maíz utilizando extractos de plantas. http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4870/2/20061127153058_El%20gusano%20cogollero%20del%20maiz.pdf.
- Baró Robaina, Y. Fontana Capalvo, DM y Dos Santos Nascimento, R. (2009). Caracterización de cepas de *Bacillus thuringiensis* y actividad biológica hacia *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) y *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). Scielo. 13(3), 1-10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-30092009000300005.
- Cabral, Antunez, C. Ruiz Abdala, E y Pino Quintana, C. (2002). Eficiencia de *Bacillus thuringiensis* línea Hd-1 en el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith), lepidoptero noctuidae en condiciones de campo y de laboratorio en el cultivo de maíz dulce *Zea mays* Saccharata Investigación Agraria. 6(1). 14. <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/198/195>.
- Cajan Burga, G; Sempertegui Flores, P. (2018). Utilización de Cuatro Controladores Biológicos Para el Control de Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith), en el Cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) en el Distrito de Pítico. Tesis Ing. Lambayeque, Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 114p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia). (2016). Identificación de Estadios Larvales de Lepidópteros, plaga de maíz. Cali, Colombia. 54p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Mexico). 2004. Etapas de crecimiento del maíz. (en línea). Consultado el 15 feb. (2017). <http://maizedoctor.cimmyt.org/index.php/es/empezando/9?task=view>.

- Edmeades, G; Ellis R; Lafitte H. (1992). Predicting the phenology of tropical maize: effects of photoperiod and temperature. CIMMYT, Mexico.
- Fernández, JL. (2002). Estimación de umbrales económicos para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del maíz. *Investigacion Agraria*. 17 (3): 468-474. <http://www.inia.es/sitemapa/revistas/iaspv/2002/vol17-3/fernandez.pdf>.
- Flores, A; Egúsqüiza, RM; Alcarraz, M; Woolcott, JC; Benavides, E; Godoy, J; Huerta, D; Patiño, A. (2011). Biodiversidad de *Bacillus thuringiensis* aislados de agroecosistemas peruanos y evaluación del potencial bioinsecticida . *Ciencia e Investigación* 14(1). 30-35. <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/viewFile/3235/2702>
- García Hopkins, JA. (1984). El maíz en México. Tesis Ing. Guadalajara, México. Universidad de Guadalajara, Facultad de Agricultura. 198 p.
- Hernández Fernández J; Ramírez Hernández, N; Ramírez Reyes, L; Fuentes Quintero, LS. (2012). Métodos estandarizados para la caracterización de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* para el control de insectos plaga: modelo *Tuta absoluta*. Bogotá, Colombia, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. p. 12-13.
- Injante Silva, P; Joyo Coronado, G. (2014). Guía técnica, Curso – Taller Manejo integrado de maíz amarillo duro. La Libertad, Perú.
- Jaramillo, A; Jaramillo, O; Bustillo, A; Gómez, H. (1989). Efecto del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) sobre el rendimiento del Maíz. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 42 (1). 25-33.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, Perú). (2012). Principales aspectos de la cadena agro productiva de maíz. Lima, Perú. <http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomiamaizamilaceo.pdf>

- Ojeda D'ugard, RA. (2018). Insecticidas para el control de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en maíz (*Zea mays* L.) en La. Tesis Ing. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 115p. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3420/ojeda-d-ugard-roberto-andre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oñate Zúñiga, LA. (2016). Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. Blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos. Tesis Ing. Cevallos, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica .84 p.
- Ortiz, F. (2010). Diccionario de especialidades agroquímicas. Thomson PLM del Ecuador S.A. Quito, Ecuador. 310 p.
- Pavón Chocano, A. 2003. Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz, anexo v: Generalidades del cultivo de maíz. España, Universidad de Castilla - La Mancha. 86 p. https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioPavon/07-AnejoV.pdf
- Pinedo Taco, RE. (2015). Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mayz* L.) en la localidad de Canaán Ayacucho. Tesis Mg. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 106 p. <http://eprints.uanl.mx/14439/1/1080252167.pdf>
- Reyes Puentes, JA. (2016) Obtención de Parasporinas De *Bacillus Thuringiensis* Cepas C19-1, C19-3 Y C19-21 Con Actividad Citotóxica Para Células De Origen Neoplásico. Tesis Mg. México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 5 p.
- Rosales Juárez, A. (2015). Efectos subletales de *Bacillus thuringiensis* (berliner) en *spodoptera frugiperda* y *helicoverpa zea* (boddie) (en línea). Tesis Ing. México, Universidad Autónoma del Estado de México. 174 p. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/40652/TESIS%20ROSALES-JUAREZ%20ANAYELY%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Sarmiento, M; Casanova, J. (1975). Búsqueda de límites de aplicación en control del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. Revista Colombiana de Entomología 18(1). 104-107.
- Sauka D. (2007). Estudio de genes y proteínas insecticidas de aislamientos nativos de *Bacillus thuringiensis*. Aportes al conocimiento de su distribución y toxicidad en plagas. Tesis Dr. UBA. Director: Benintende G.
- Sauka, DH y Benintende, GB. (2008). *Bacillus thuringiensis*: un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. Revista Argentina de Microbiología 40(1). 125-127.
- Sotelo Bravo, IR. (2004). Evaluación de la eficacia de 5 bioplagicidas sobre poblaciones de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) y su efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Managua, Nicaragua. UNA. 48 p.
- Suárez, M. (2015). Uso de bioinsecticidas en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones controladas (laboratorio). Tesis Ing. Quevedo. Los ríos, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 57p.
- Téllez Jurado, Cruz Ramírez, Mercado Flores, Asaff Torres, & Arana Cuenca, (2009). Mecanismo de respuesta en la interacción de hongos entomopatógenos e insectos. Revista mexicana de micología, 30, 73-80.
- Vela Ahumada, A y Quispe Arteaga, A. (1988). Plagas de los cultivos de papa y maíz. Cajamarca, Perú. Impresiones y Compaginaciones Obispo Martínez Compañón - Obispado de Cajamarca. 124-143p.
- Ventura Guanillo, MA. (2015). Control de *Spodoptera frugiperda* en *Asparagus officinalis* aplicando *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* e insecticidas en Huancaquito Alto, La Libertad. Tesis Ing. La Libertad, Perú. Universidad Agraria la Molina. 57p.

- Vidal Quist, JC. (2010). Estrategias para la utilización de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* (Berliner) en el control de *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Tesis Dr. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. 223 p.
- Zagal Rodríguez, JN. (2015). Incidencia y Severidad de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith en cuatro híbridos comerciales de *Zea mays* L. en Virú - La Libertad. Tesis Ing. Trujillo, Perú. UNT. 113 p.
- Zegarra Farah, RC. (2012). Influencia de dos bioinsecticidas comerciales a base de *Bacillus thuringiensis* y un Inhibidor de quitina en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de Maíz (*Zea mays*) Opaco Malpaso en la Zona de la Yarada - Región Tacna. Tesis Ing. Tacna, Perú, Universidad Nacional Jorge Basadre. 120 p.

ANEXOS

Figura 8

Crianza de larvas del cogollero maíz para su identificación taxonómica



Figura 9

Daño del barrenador de la hoja de maíz en condiciones de laboratorio.



Figura 10

Pupa del cogollero del maíz.



Figura 11

Acondicionamiento de las cámaras de recuperación para la obtención de adultos.



Figura 12

Acondicionamiento ejemplares adultos cogollero del maíz para su identificación taxonómica.



Figura 13

Daños de barrenado del cogollero del maíz



Figura 14

Evaluación de la infestación del cogollero maíz.



Figura 15

Evaluación de la severidad del cogollero del maíz.



Figura 16

Evaluación de la presencia de larvas de cogollero en las plantas de maíz.



Figura 17

Acondicionamiento del Diseño Experimental.



Figura 18

Preparación del Bacillus thuringiensis var. kurstaki.



Figura 19

Medida de las dosis del Bacillus thuringiensis var. kurstaki.



Figura 20

Aplicación del Bacillus thuringiensis var. kurstaki.



Figura 21

Evaluaciones.



Figura 22

Larva muerta por efecto del entomopatógeno.



Figura 23

Larvas muertas con presencia de la bacteria del entomopatógeno.



Figura 24

Larvas muertas sin la presencia de bacterias del entomopatógeno.



Figura 25

Mortalidad de larvas a los 12 días después de la inoculación del entomopatógeno.

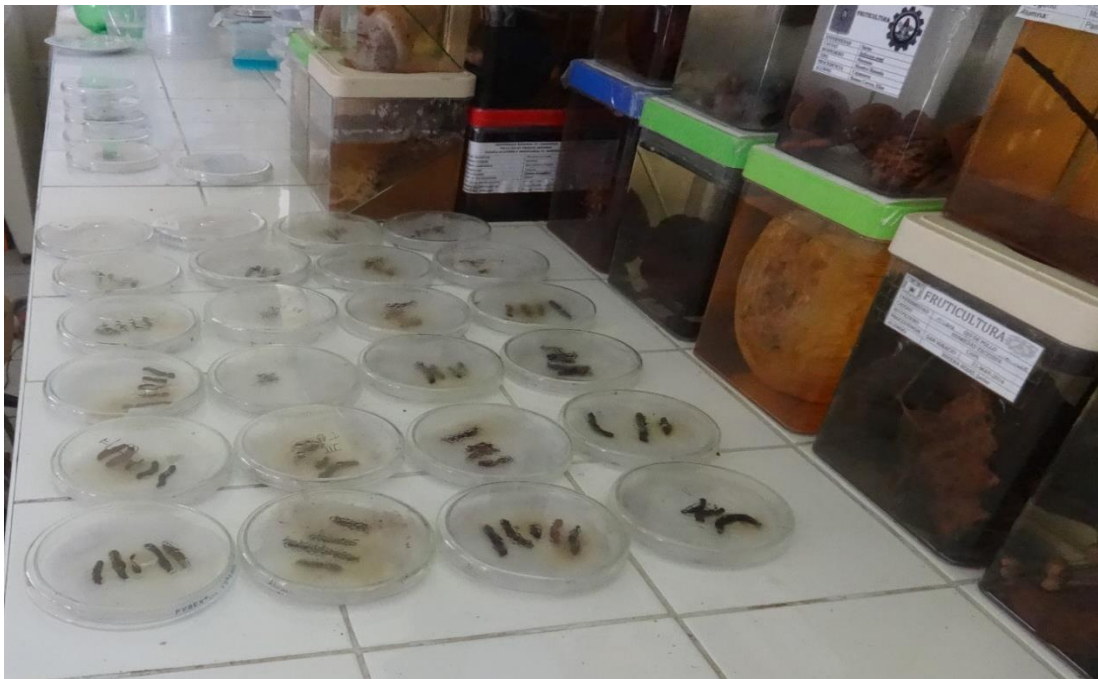


Figura 26

Primer informe de la clasificación taxonómica del insecto plaga. SENASA - Lima



MINISTERIO DE AGRICULTURA

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO DE SANIDAD VEGETAL

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - Perú
Teléfono directo: 313- 3303
Central telefónica 313- 3300 Anexos: 1400 - 1401
Pag. Web: www.senasa.gob.pe

Ministerio de Agricultura
SENASA
Servicio Nacional de Sanidad Agraria
PERU

Pag. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 102753 - 2017 - AG-SENASA-OCDP-UCDSV		
1. Información del solicitante:		N° de Solicitud: 102482 - 2017
Nombre: SÁNCHEZ VÁSQUEZ MARÍA		
Dirección: SIVINGÁN BAJO - Chota / Chota / Cajamarca		
N° Expediente:	Origen Material Vegetal: LOCAL	
2. Información de la Actividad		
Componente: SISTEMA DE VIGILANCIA FITOSANITARIA 2012-2021		
Producto: Vigilancia Fitosanitaria de plagas presentes		
3. Fecha de Recepción de la muestra:		País:
31/03/2017 10:03		PERU
4. Cultivo:		Procedencia de la muestra:
Nombre Científico: <i>Zea mays</i>		Chota / Chota / Cajamarca
Nombre Común: Maiz		Cultivar: Choclero-101

5. Resultado por Método de Ensayo:

ENTOMOLOGÍA	Código Muestra: 201710248201000	Tipo: ESPECIMEN	Cantidad: 2Unds
-------------	---------------------------------	-----------------	-----------------

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

Fecha de Recepción : 31/03/2017		Fecha de Término: 11/04/2017
N°	Resultado	Información
1	Positivo a la presencia de	<i>Spodoptera frugiperda</i> (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE)

<p>N° de Informe</p>  <p>* 2 0 1 7 1 0 2 7 5 3</p> <p>N° de Solicitud</p>  <p>* 2 0 1 7 1 0 2 4 8 2</p>	<p>6. Muestreo: No Aplica</p> <p>7. Información adicional:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Lugar y Fecha:</p> <p style="text-align: center;">La Molina, 12 de Abril del 2017</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; text-align: center;">  <p>MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA CENTRO DE DIAGNÓSTICO DE SANIDAD VEGETAL</p> <p><i>J. Yamakoshi</i></p> <p>Ing. Jorge Yamakoshi Nakamachio Director del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal</p> <p>Nombre y Firma del Director (Sello oficial)</p> </td> </tr> </table>	<p>Lugar y Fecha:</p> <p style="text-align: center;">La Molina, 12 de Abril del 2017</p>	 <p>MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA CENTRO DE DIAGNÓSTICO DE SANIDAD VEGETAL</p> <p><i>J. Yamakoshi</i></p> <p>Ing. Jorge Yamakoshi Nakamachio Director del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal</p> <p>Nombre y Firma del Director (Sello oficial)</p>
<p>Lugar y Fecha:</p> <p style="text-align: center;">La Molina, 12 de Abril del 2017</p>	 <p>MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA CENTRO DE DIAGNÓSTICO DE SANIDAD VEGETAL</p> <p><i>J. Yamakoshi</i></p> <p>Ing. Jorge Yamakoshi Nakamachio Director del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal</p> <p>Nombre y Firma del Director (Sello oficial)</p>		

Consideraciones:
Los tiempos de duración del servicio están expresados en días hábiles y son contabilizados a partir de la fecha de recepción de la muestra en el Laboratorio hasta la fecha de emisión del resultado.
Los tiempos de duración del servicio pueden aumentar de acuerdo a la cantidad de muestras que solicite procesar el usuario, en cuyo caso se concordará el plazo al momento de efectuarse el contrato.

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

NOTA: El Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal sólo se responsabiliza por los resultados emitidos de la muestra indicada en el punto 4 del presente Informe.
Fecha y Hora: 19/04/2017 15:36

Tabla 31

Registro de evaluaciones de infestación.

N° de parcela	Parámetro de evaluación *	Registro de infestación				
		Sector de evaluación(P)				
		S1	S2	S3	S4	S5
1	1	8	10	14	4	12
	2	12	10	6	16	8
2	1	6	8	14	4	8
	2	14	12	6	16	12
3	1	4	6	14	2	14
	2	16	14	6	18	6
4	1	10	8	14	6	6
	2	10	12	6	14	14
5	1	18	16	6	10	10
	2	2	4	14	10	10
6	1	4	10	6	12	6
	2	16	10	14	8	14
7	1	10	12	2	12	4
	2	10	8	18	8	16
8	1	6	10	8	16	8
	2	14	10	12	4	12
9	1	4	12	12	12	6
	2	16	8	8	8	14
10	1	8	6	6	10	6
	2	12	14	14	10	14

* Parámetro de evaluación
 Plantas con daños y presencia de larvas (1)
 Plantas sin daños (2)

Tabla 32

Registro de las evaluaciones de severidad.

Nº de planta evaluada	GRADO DE SEVERIDAD DEL BARRENADO DE LA HOJA DE MAIZ																																																						
	PARCELA 1					PARCELA 2					PARCELA 3					PARCELA 4					PARCELA 5					PARCELA 6					PARCELA 7					PARCELA 8					PARCELA 9					PARCELA 10									
	Nº DE HOJAS EN EL GRADO N					Nº DE HOJAS EN EL GRADO N					Nº DE HOJAS EN EL GRADO N					Nº DE HOJAS EN EL GRADO N					Nº DE HOJAS EN EL GRADO N					Nº DE HOJAS EN EL GRADO N					Nº DE HOJAS EN EL GRADO N					Nº DE HOJAS EN EL GRADO N					Nº DE HOJAS EN EL GRADO N														
	G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5					
1	3	2	2	0	0	2	2	2	0	0	1	4	1	0	0	0	5	0	0	0	2	5	0	0	0	2	3	0	0	0	1	3	3	0	0	3	2	0	0	0	3	2	0	0	0	3	4	0	0	0	3	4	0	0	0
2	1	3	3	0	0	1	4	1	0	0	0	3	2	0	0	3	2	0	0	0	2	4	1	0	0	0	5	0	0	0	0	5	2	0	0	0	5	0	0	0	4	1	0	0	0	0	5	2	0	0					
3	3	3	1	0	0	3	2	1	0	0	0	5	1	0	0	0	5	0	0	0	0	3	4	0	0	2	3	0	0	0	3	4	0	0	0	3	2	0	0	0	2	3	0	0	0	3	4	0	0	0					
4	2	4	1	0	0	3	3	0	0	0	3	3	0	0	0	3	2	0	0	0	2	4	1	0	0	2	3	0	0	0	4	2	1	0	0	4	1	0	0	0	3	2	0	0	0	4	1	2	0	0					
5	2	3	2	0	0	2	2	2	0	0	2	3	1	0	0	3	2	0	0	0	2	4	1	0	0	0	5	0	0	0	1	5	1	0	0	2	3	0	0	0	3	2	0	0	0	2	3	2	0	0					

Tabla 33

Registro de la mortalidad de larvas con la presencia de la bacteria entomopatógena.

Fecha	TRATAMIENTOS																																												
	T1					T2					T3					T4					T5					T6					T7					T8					T9				
	L1D1					L1D2					L1D3					L2D1					L2D2					L2D3					L3D1					L3D2					L3D3				
	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
03/07/2017	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2
10/07/2017	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
14/07/2017	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	5	5	6	5	5	6	6	6	5	6

Tabla 34*Transformación de datos (4 días después de la inoculación)*

Tratamientos	Días después de la inoculación	Repetición	N° de larvas muertas con presencia de Zooglea	Porcentaje (%) de larvas muertas con presencia de Zooglea	Datos transformados
					Larvas muertas con presencia de Zooglea
L1D1	4	1	0	0	4,05
		2	0	0	4,05
		3	0	0	4,05
		4	0	0	4,05
		5	0	0	4,05
L1D2	4	1	1	16,67	24,09
		2	1	16,67	24,09
		3	1	16,67	24,09
		4	1	16,67	24,09
		5	1	16,67	24,09
L1D3	4	1	1	16,67	24,09
		2	2	33,33	35,26
		3	2	33,33	35,26
		4	2	33,33	35,26
		5	2	33,33	35,26
L2D1	4	1	0	0	4,05
		2	0	0	4,05
		3	0	0	4,05
		4	0	0	4,05
		5	0	0	4,05
L2D2	4	1	1	16,67	24,09
		2	1	16,67	24,09
		3	1	16,67	24,09
		4	1	16,67	24,09
		5	1	16,67	24,09
L2D3	4	1	1	16,67	24,09
		2	1	16,67	24,09
		3	1	16,67	24,09
		4	1	16,67	24,09
		5	1	16,67	24,09
L3D1	4	1	0	0	4,05

Tratamientos	Días después de la inoculación	Repetición	N° de larvas muertas con presencia de Zooglea	Porcentaje (%) de larvas muertas con presencia de Zooglea	Datos transformados
					Larvas muertas con presencia de Zooglea
		2	0	0	4,05
		3	0	0	4,05
		4	0	0	4,05
		5	0	0	4,05
L3D2	4	1	1	16,67	24,09
		2	2	33,33	35,26
		3	1	16,67	24,09
		4	1	16,67	24,09
		5	1	16,67	24,09
L3D3	4	1	2	33,33	35,26
		2	1	16,67	24,09
		3	1	16,67	24,09
		4	1	16,67	24,09
		5	2	33,33	35,26

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

Tabla 35

Transformación de datos (8 días después de la inoculación).

Tratamientos	Días después de la inoculación	Repetición	Nº de larvas muertas con presencia de Zooglea	Porcentaje (%) de larvas muertas con presencia de Zooglea	Datos transformados
					Larvas muertas con presencia de Zooglea
L1D1	8	1	0	0	4,05
		2	0	0	4,05
		3	0	0	4,05
		4	0	0	4,05
		5	0	0	4,05
L1D2	8	1	4	66,67	54,74
		2	4	66,67	54,74
		3	4	66,67	54,74
		4	4	66,67	54,74
		5	4	66,67	54,74
L1D3	8	1	5	83,33	65,91
		2	5	83,33	65,91
		3	5	83,33	65,91
		4	5	83,33	65,91
		5	4	66,67	54,74
L2D1	8	1	0	0	4,05
		2	0	0	4,05
		3	0	0	4,05
		4	0	0	4,05
		5	0	0	4,05
L2D2	8	1	4	66,67	54,74
		2	3	50,00	45,00
		3	4	66,67	54,74
		4	4	66,67	54,74
		5	4	66,67	54,74
L2D3	8	1	4	66,67	54,74
		2	4	66,67	54,74
		3	4	66,67	54,74
		4	4	66,67	54,74
		5	4	66,67	54,74
L3D1	8	1	0	0	4,05
		2	0	0	4,05

Tratamientos	Días después de la inoculación	Repetición	Nº de larvas muertas con presencia de Zooglea	Porcentaje (%) de larvas muertas con presencia de Zooglea	Datos transformados
					Larvas muertas con presencia de Zooglea
		3	0	0	4,05
		4	0	0	4,05
		5	0	0	4,05
L3D2	8	1	4	66,67	54,74
		2	4	66,67	54,74
		3	4	66,67	54,74
		4	4	66,67	54,74
		5	3	50,00	45,00
L3D3	8	1	4	66,67	54,74
		2	4	66,67	54,74
		3	4	66,67	54,74
		4	4	66,67	54,74
		5	4	66,67	54,74

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

Tabla 36*Transformación de datos (12 días después de la inoculación).*

Tratamientos	Días después de la inoculación	Repetición	N° de larvas muertas con presencia de Zooglea	Porcentaje (%) de larvas muertas con presencia de Zooglea	Datos transformados
					Larvas muertas con presencia de Zooglea
L1D1	12	1	0	0	4,05
		2	0	0	4,05
		3	0	0	4,05
		4	0	0	4,05
		5	0	0	4,05
L1D2	12	1	6	100	90,00
		2	6	100	90,00
		3	6	100	90,00
		4	6	100	90,00
		5	6	100	90,00
L1D3	12	1	6	100	90,00
		2	6	100	90,00
		3	6	100	90,00
		4	6	100	90,00
		5	6	100	90,00
L2D1	12	1	0	0	4,05
		2	0	0	4,05
		3	0	0	4,05
		4	0	0	4,05
		5	0	0	4,05
L2D2	12	1	5	83,33	65,91
		2	6	100,00	90,00
		3	5	83,33	65,91
		4	5	83,33	65,91
		5	6	100	90,00
L2D3	12	1	6	100	90,00
		2	6	100	90,00
		3	6	100	90,00
		4	6	100	90,00
		5	6	100	90,00

Tratamientos	Días después de la inoculación	Repetición	N° de larvas muertas con presencia de Zooglea	Porcentaje (%) de larvas muertas con presencia de Zooglea	Datos transformados
					Larvas muertas con presencia de Zooglea
L3D1	12	1	0	0	4,05
		2	0	0	4,05
		3	0	0	4,05
		4	0	0	4,05
		5	0	0	4,05
L3D2	12	1	5	83,33	65,91
		2	5	83,33	65,91
		3	6	100	90,00
		4	5	83,33	65,91
		5	5	83,33	65,91
L3D3	12	1	6	100	90,00
		2	6	100	90,00
		3	6	100	90,00
		4	5	83,33	65,91
		5	6	100,00	90,00

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

GLOSARIO.

Cremaster: Ápice del último segmento del abdomen de la pupa; las espinas terminales del abdomen, que ayuda a la pupa a desplazarse en el suelo.

Dimorfismo sexual: Es la variación externa, como forma, coloración o tamaño, entre machos y hembras de una misma especie

Entomopatógeno: Se refiere al microorganismo que es capaz de causar una enfermedad al insecto plaga, conduciéndolo a su muerte después de un período de incubación.

Endotoxina: Toxina presente en la membrana externa de algunas bacterias

Exuvia: Es el esqueleto externo o exoesqueleto abandonado por los artrópodos tras la muda.

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

Nivel de daño económico: Es la densidad de población de la plaga más baja que causa pérdidas económicas.

Obtecta: Tipo de pupa de los lepidópteros en la cual las alas y los apéndices están comprimidos sobre el cuerpo y casi la mayoría de los segmentos abdominales son inmóviles.

Remigia: Región principal y activa del ala; contiene las nervaduras costal, subcostal, radial, medial, y cubital.

Umbral económico: Densidad de población de plaga en la cual las medidas de control deben ser tomadas para prevenir que un incremento en la población alcance el nivel de daño económico.

Zooglea: Signo de la bacteria de aspecto mucilaginoso, constituido de la masa bacteriana.