

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**CONTROL BIOLÓGICO DEL COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.), EN LA COMUNIDAD DE SANTIAGO, AYMARAES – 2018.**

Presentado por:

**Yury Guevara Álvarez.**

Para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Agrónomo**

**Abancay – Apurímac - Perú**

**2020**

## **Tesis**

Control biológico del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la comunidad de Santiago, Aymaraes – 2018.

### **Línea de investigación:**

Agricultura y Ambiente

### **Asesor:**

Ing. Rosa E. Marrufo Montoya



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**CONTROL BIOLÓGICO DEL COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN  
EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.), EN LA COMUNIDAD DE  
SANTIAGO, AYMARAES – 2018.**

Presentado por Yury Guevara Álvarez para optar el título de **Ingeniero Agrónomo**.

Sustentado y aprobado el 10 de agosto del 2018 ante el jurado:

**Presidente:** Dr. Ely J. Acosta Valer.

**Primer miembro:** Mg Sc. Juan Alarcón Camacho

**Segundo miembro:** Ing. Jorge Luis Vilchez Casas

**Asesor:** Ing. Rosa E. Marrufo Montoya

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES:**

Diomedes Guevara Palacios y Virginia Álvarez

Murillo con mucho cariño y amor.

### **A MIS HERMANAS Y TIOS:**

Virginia Guevara Álvarez, Milady Guevara Álvarez, Diana Guevara Álvarez, Gulnara Guevara Palacios, Agustina Álvarez Murillo, Laura Álvarez Murillo, Ruthy Guevara Palacios, Pio Agustín Álvarez Murillo, Alejandro Sarmiento Pérez y Edgard Guevara Palacios.

### **A MIS HIJOS Y MI PAREJA:**

Selena Guevara Ferro, Isabel Guevara Silva, Raúl Guevara Silva y mi pareja Nelly Gavancho Zambrano.

Que desde el primer momento me alentaron a estudiar, brindándome consejos y apoyo incondicional.

**Yury**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Tecnológica de los Andes especialmente a la Escuela Profesional de Agronomía por permitirme desenvolverme académicamente y formarme en la calidad de Profesional que soy ahora.

A mis docentes, Dr. Ely Acosta Valer, Ing. Jaher A. Menacho Morales, Ing. Rosa E. Marrufo Montoya, Dr. Francisco Medina Raya, M. Sc. Juan Alarcón Camacho, M. Sc. Carlos Moreano Huayhua, quienes con su nutrida experiencia guiaron mi formación Profesional.

A la Institución CARITAS - ABANCAY a su director Ing. David Pagaza Castillo, Ing. Wilbert Ballón Pinto jefe de proyecto, institución que promueve la sostenibilidad mediante la participación de las familias en situación de pobreza en el desarrollo de sus capacidades e impulsa procesos participativos de autogestión, en armonía con el medio ambiente y con la cultura local.

A mis compañeros de aulas, Alex Carrizales Vílchez, Miguel Camacho Bautista, David Recharte Pineda, Yudy Bazán Ancco con quienes a lo largo de mis años de vida universitaria contribuyeron a enriquecer mi formación profesional.

A los productores, Oswaldo Sáenz, Eduardo Sotomayor, Irma Castillo, Maribel Soto de la comunidad campesina de Santiago, con quienes compartí grata experiencia acerca de los procesos productivos del cultivo de maíz.

**Yury.**

## INDICE

<b>PORTADA</b> .....	<b>i</b>
<b>POSPORTADA</b> .....	<b>ii</b>
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
<b>PÁGINA DE JURADOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2.1. Objetivo general</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2.2. Objetivos específicos</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4. HIPÓTESIS</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>5</b>
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. EL MAÍZ</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.1 Origen</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.2 Taxonomía</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.3 Representación botánica del maíz</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.4 El maíz en el Perú y su clasificación</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.5 Heterosis del maíz</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1.6 Divergencia genética</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2. EL CULTIVO DE MAÍZ</b> .....	<b>12</b>

2.2.1	Exigencia agroecológica.....	12
2.2.2	Fotoperiodo.....	14
2.2.3	Labores culturales en el cultivo de maíz.....	15
2.2.4	Fertilización en el cultivo de maíz.....	18
2.2.5	Etapas de desarrollo en el cultivo de maíz.....	20
<b>Tabla 1: Fases fenológicas del maíz.....</b>		<b>20</b>
2.2.6	Plagas y enfermedades.....	27
2.3.	El gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ).....	27
2.4.	Biología y descripción.....	28
2.4.1.	Daños.....	30
2.5.	<i>Bacillus thuringiensis</i> .....	30
2.5.1.	Clasificación y taxonomía.....	31
2.5.2.	Mecanismos de acción.....	32
2.6.	<i>Baculovirus</i> .....	32
2.6.1.	Generalidades.....	32
2.6.2.	Taxonomía.....	33
2.6.3.	Ciclo de infección y patología.....	34
2.6.4.	Los hospederos y sus rangos.....	35
2.7.	Extracto de rocoto.....	35
2.7.1.	Capsaicina.....	36
2.7.2.	Alcaloides.....	36
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>37</b>
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>		<b>37</b>
3.1.	<b>UBICACIÓN.....</b>	<b>37</b>
3.1.1	Ubicación Geográfica.....	37
3.1.2	Ubicación Hidrográfica.....	37
3.2.	<b>MATERIALES.....</b>	<b>38</b>

3.2.1.	Materiales Biológicos.....	38
3.2.2.	Materiales de Campo.....	38
3.2.3.	Equipos .....	38
3.2.4.	Servicios .....	39
3.3.	<b>METODOLOGÍA</b> .....	39
3.3.1.	Diseño experimental .....	39
3.3.2.	Área experimental .....	41
3.3.3.	Variables .....	43
3.3.4.	Establecimiento y conducción del experimento en campo. ....	44
<b>CAPITULO IV</b> .....		<b>48</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....		<b>48</b>
4.1.	Comparación de la eficacia de la aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Baculovirus</i> , Extracto de rocoto y testigo para el control del gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L).....	48
4.1.1.	Para la primera aplicación (20 días después de la siembra) .....	49
4.1.2.	Para la segunda aplicación (30 días después de la siembra) .....	52
4.1.3.	Para la tercera aplicación (40 días después de la siembra).....	54
4.2.	Comparación de rendimientos en la producción de maíz con aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Baculovirus</i> , Extracto de rocoto y testigo. ....	59
4.2.1.	Promedio de peso (g) de granos de maíz.....	59
4.2.2.	Rendimiento por Ha. ....	62
<b>CAPITULO V</b> .....		<b>64</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....		<b>64</b>
5.1.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>64</b>
5.2.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		<b>67</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>74</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1: Fases fenológicas del maíz.....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 2: Aleatorización de tratamientos y repeticiones .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 3: Nutrientes presentes en el suelo.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 4: Aporte de nutrientes .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 5: Dosis de los tratamientos en estudio .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 6: Resultados de las aplicaciones por tratamientos a los 20,30 y 40 días.....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 7: Análisis de varianza para Porcentaje de eficacia en la primera aplicación .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 8: Prueba de tukey para el porcentaje de eficacia en la primera aplicación.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 9: Análisis de varianza para Porcentaje de eficacia en la segunda aplicación .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 10: Prueba de Tukey para el porcentaje de eficacia en la segunda aplicación .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 11: Análisis de varianza para Porcentaje de eficacia en la tercera aplicación.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 12: Prueba de Tukey para el porcentaje de eficacia en la tercera aplicación .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 13: Promedios de peso (g) de granos de maíz por cada tratamiento.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 14: Análisis de varianza para rendimiento - peso (g) del grano de maíz.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 15: Prueba de Tukey para pesos de granos de maíz .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 16: Promedios de peso (Kg/Ha) de maíz por cada tratamiento .....</b>	<b>62</b>

## TABLAS DE FIGURAS

<b>Figura 1: Spodoptera frugiperda en su etapa adulta. ....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 2: Modo de acción de Basillus thuringiensis. ....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 3: Resultado de la prueba Tukey para el porcentaje de eficacia en la primera aplicación del control de gusano cogollero. ....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 4: Resultado de la prueba Tukey para el porcentaje de eficacia en la segunda aplicación para el control de gusano cogollero.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 5: Resultado de la prueba Tukey para el porcentaje de eficacia en la tercera aplicación para el control de gusano cogollero.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 6: Peso promedio de rendimientos (gr).....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 7: Peso promedio de rendimientos kg/Ha.....</b>	<b>62</b>

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con aplicación de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus*, Extracto de rocoto y testigo en la comunidad de Santiago, Aymaraes – Apurímac, se utilizó el diseño estadístico Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones con un total de 16 unidades experimentales, cuyo resultado se muestra, Después de los 20 días siguientes a la siembra, en esta primera evaluación se observó larvas en su tercer estadio de *Spodoptera frugiperda* en la prueba de tukey el mejor tratamiento en el control larvas de cogollero fue con *Bacillus thuringiensis* con una eficacia del 25.18% seguidamente del *Baculovirus* con 8.49 %, *Extracto* de rocoto 7.95% y el Testigo 1.51% de eficiencia, numéricamente existe diferencias significativas, pero estadísticamente estos tres últimos tratamientos son iguales (*Baculovirus*, Extracto de rocoto y Testigo). En la segunda aplicación (30 días después de la siembra) de acuerdo a prueba de Tukey, podemos observar que existe dos grupos bien diferenciados el primero lo conforman extracto de rocoto, baculovirus y el testigo con porcentajes de eficacia de 12.00, 21.07 y 3.54% respectivamente; mientras que el tratamiento con mejor eficiencia fue la aplicación de *Bacillus thuringiensis* logrando un valor porcentual de 51.91%. Para la tercera aplicación (40 días después de la siembra) se observa que existen tres grupos bien diferenciados con distintos niveles de eficacia. El que resalta es la aplicación de *Bacillus thuringiensis* con 100% de eficacia, seguido del *Baculovirus* con 74.02%, extracto de rocoto con 55.78% y el testigo con 6.50% respectivamente. Los rendimientos Kg/Ha el tratamiento *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 15062.50 kg/ha seguido del tratamiento *Baculovirus* con 13620.80 kg/ha, extracto de rocoto con 13520.00 Kg/ha y el Testigo 9775.00 kg/ha.

**Palabras claves:** cogollero, estadio, larvas, patógenos, virus.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the control of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in the corn crop (*Zea mays* L.), with application of *Bacillus thuringiensis*, Baculovirus, Rocoto extract and control in the community of Santiago, Aymaraes - Apurímac, The statistical design Completely Random Blocks (DBCA) was used with four treatments and four repetitions with a total of 16 experimental units, the result of which is shown, After 20 days after sowing, in this first evaluation larvae were observed in their Third stage of *Spodoptera frugiperda* in the tukey test, the best treatment in the fall armyworm larvae control was with *Bacillus thuringiensis* with an efficacy of 25.18% followed by Baculovirus with 8.49%, Rocoto extract 7.95% and Control 1.51% efficiency, numerically There are significant differences, but statistically these last three treatments are the same (Baculovirus, Hot pepper extract and Control). In the second application (30 days after sowing) according to the Tukey test, we can see that there are two well differentiated groups, the first one is made up of the rocoto extract, baculovirus and the control with efficacy percentages of 12.00, 21.07 and 3.54% respectively; while the treatment with the best efficiency was the application of *Bacillus thuringiensis*, achieving a percentage value of 51.91%. For the third application (40 days after sowing) it is observed that there are three well differentiated groups with different levels of efficacy. The one that stands out is the application of *Bacillus thuringiensis* with 100% efficiency, followed by Baculovirus with 74.02%, hot pepper extract with 55.78% and the control with 6.50% respectively. The yields Kg /ha the *Bacillus thuringiensis* treatment was obtained 15062.50 kg / ha followed by the Baculovirus treatment with 13620.80 kg / ha, hot pepper extract with 13520.00 Kg / ha and the Control 9775.00 kg / ha.

**Key words:** fall armyworm, stage, larvae, pathogens, virus.

## INTRODUCCIÓN

El Perú es un país megadiverso, donde el maíz pelea con sus patógenos desde hace 7 000 años, la diversidad patogénica es muy alta. Sin embargo, las razas peruanas son resistentes a las variantes patogénicas prevalentes actualmente. Es justamente en la sierra, que presenta mayor diversidad de ecosistemas, donde se cultiva la mayor parte del maíz amiláceo y donde la diversidad genética nativa de este cultivo es mayor. En sus diferentes etapas fenológica del cultivo de maíz es común encontrar muchas plagas pero entre las principales se tiene al cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) que constituye una plaga de importancia en la producción del maíz a nivel mundial, en nuestra región es considerado como el principal plaga que ataca en los primeros estadios de desarrollo fenológico en su etapa larval selecciona hojas y brotes tiernos para alimentarse, dañando principalmente el meristemo de crecimiento del maíz, en este sentido los productores de maíz en la región optan por los diversos tipos y sistemas de control de esta plaga. En los valles inter andinos se viene controlando a esta plaga mediante insecticidas, los insecticidas constituyen recursos de primer orden en la lucha contra las plagas; tanto porque sus efectos son más rápidos que cualquier otra forma de control, como por ser más fácilmente accesibles en casi todos los lugares, por lo que es de gran interés la búsqueda de agentes alternativos de control el Bt produce una espora proteínica, cuerpos de cristal mientras esporula después de la ingestión, es un insecticida para las larvas del orden Lepidóptera y para larvas y adultos de algunos Coleóptera. Una vez dentro del cuerpo del insecto, las proteínas de cristal son solubilizadas y las proteasas del intestino convierten la protoxina original en una combinación de cuatro pequeñas toxinas. Una alta toma de agua causa la hinchazón y eventual ruptura, desintegrando el revestimiento del intestino medio. El uso de extractos de plantas para el manejo de enfermedades de cultivos se remonta al origen de la agricultura, La capsaicina (trans-8-metil-N-vanillil-6-nonenamida), es un derivado del ácido homovalínico y representa el componente picante de las especies del género *Capsicum* ha

generado un renacer en técnicas de control de plagas menos nocivas para el medioambiente, tal es el caso del control biológico y el control con extractos de plantas. Los baculovirus (NPV) son patógenos específicos que atacan a los insectos y otros artrópodos, por lo que uno de sus usos más frecuentes es como insecticida biológico, es decir, como agentes para controlar las plagas que afectan a las cosechas.

## CAPÍTULO I

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pobladores de la comunidad campesina de Santiago conducen sus cultivos de maíz no han estado libres de enfrentar el ataque continuo de plagas y enfermedades propias de este cultivo. El maíz es afectado por un conjunto de especies, tanto animales como vegetales, que son consideradas plagas de mayor o menor importancia, y que pueden diferenciarse a grandes rasgos en: plagas animales (vertebrados, artrópodos, nematodos), malezas (gramíneas, latifoliadas) y enfermedades (bacterias, hongos, virus, micoplasmas, etc.)

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, es un insecto omnívoro de amplia distribución en el continente americano. El principal problema que tienen los productores en el campo con el cultivo de maíz es el gusano cogollero, ya que esta larva acaba con el follaje tierno, logrando con esto que no tenga un desarrollo completo y afectando en la productividad. Su acción en campos de maíz ocasiona grandes pérdidas para el agricultor; una alta inversión en insecticidas comerciales; daños ambientales y resistencia del insecto a estos productos

Los bioinsecticidas han demostrado su efectividad toxica para el control de plagas causando un daño ambiental mínimo, no dejan residuos tóxicos en los alimentos y no presentan actividad carcinogénica ni alteraciones neurológicas en los humanos, estos atributos, aunado a que los bioinsecticidas se pueden emplear dentro de los programas del manejo integrado de plagas y en las estrategias de conservación agroecológica, impulsan a que estos mejoren su posición en el mercado en los próximos años respecto a los insecticidas químicos. **¿Cuál de las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus* y extracto de rocoto tiene mejor control en el cogollero (*Spodoptera***

*frugiperda*) en el cultivo de maíz en condiciones de la comunidad campesina de Santiago?

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo general

Evaluar el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), con aplicación de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus*, Extracto de rocoto y testigo en la comunidad de Santiago, Aymaraes – Apurímac.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Comparar la eficacia de la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus*, Extracto de rocoto y testigo para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).
- Comparar los rendimientos en la producción de maíz con aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus*, Extracto de rocoto y testigo.

## 1.3. JUSTIFICACIÓN

El maíz, *Zea mays* L., es uno de los productos de consumo más cotizados, alimento para criar animales y otros subproductos.

La región Apurímac, por su ubicación geográfica y topografía, está expuesta a la ocurrencia de los fenómenos meteorológicos extremos que impactan su economía; más aún cuando en la última década la influencia del cambio climático es más evidente. La agricultura, actividad principal de la población de la región, se ve limitada a solo una parte del año debido a que la mayoría de los cultivos se conduce bajo el régimen de secano. La ocurrencia de eventos meteorológicos extremos destruye los cultivos o reducen sus rendimientos, por lo que es indispensable conocer las características agroclimáticas particulares de cada zona.



El maíz tiene entre sus principales plagas al insecto *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) conocido como el “cogollero del maíz” y es considerada como una de las plagas más importantes del cultivo del maíz. Pertenece a la familia *Noctuidae*. Se encuentra distribuida en las áreas agrícolas de América, en el Perú, se localiza en la costa, sierra y selva, es decir desde el nivel del mar hasta los 3200 metros de altitud aproximadamente, constituyéndose en un problema no sólo por la intensidad de los daños que realiza sino también por la continuidad con que se presenta (Sánchez *et al.*, 2004).

El periodo de incubación tiene una duración de 2 a 4 días; periodo larval: 14 a 24 días; un periodo pupal de 10 a 13 días y la longevidad de los adultos es de 12 a 13 días. El ciclo total fluctúa entre 27 y 41 días. Los adultos son de actividad nocturna y con una gran capacidad de vuelo y dispersión. La hembra oviposita en masas de hasta 150 huevos cubiertos con escamas y pelos. Prefiere para la ovoposición las hojas de plantas pequeñas o tiernas del maíz. En promedio una hembra puede ovipositar alrededor de 1740 huevos. La larva en los dos primeros estadios sólo raspa la superficie de las hojas tiernas, causando un manchado característico, como ventanas.

El Bt una vez dentro del cuerpo del insecto, las proteínas de cristal son solubilizadas y las proteasas del intestino del insecto convierten la pro-toxina original en una combinación de cuatro pequeñas toxinas. Esas toxinas hidrolizadas enlazan con las células de alta afinidad del intestino medio del insecto donde interfieren con el ión dependiente del potasio y el mecanismo de sim porte activo de aminoácidos.

La capsaicina es un compuesto orgánico nitrogenado de naturaleza lipídica, frecuentemente clasificado como un alcaloide. La capsaicina no es un compuesto simple, sino que se trata de una mezcla de varias amidas conocidas con el nombre de capsaicinoides. En cuanto a su estructura química, consiste en un núcleo fenólico unido

mediante un enlace amida a un ácido graso. La porción fenólica es la vainillilamina, constituida por medio de la fenilalanina a través de la ruta de los fenilpropanoides, mientras que el ácido graso se forma a partir de aminoácidos de cadena lateral ramificada ya sea valina, leucina o isoleucina.

Los *baculovirus* (Baculoviridae) son virus patógenos de insectos que afectan de forma específica a muchas especies de insectos, principalmente del orden Lepidoptera, algunas de las cuales constituyen plagas de gran importancia económica. Sus buenas propiedades insecticidas, unidas a su alta persistencia en el medio, inocuidad para la fauna silvestre y el hombre y la posibilidad de producirlos a gran escala, hacen de este grupo uno de los que tienen mayor potencial para su desarrollo como bioinsecticias.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

En la comunidad de Santiago, Aymaraes – Apurímac, es posible comparar la eficacia de las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus* y extracto de rocoto para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) y lograr el mayor rendimiento en la producción de maíz.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. EL MAÍZ

##### 2.1.1 Origen

Todo lo que se ha escrito y dicho acerca de la iniciación del cultivo del maíz, todavía existen disconformidades en relación al origen. Las disímiles hipótesis se obtienen dos probabilidades respecto al origen: en primer lugar, las partes altas del Perú, Bolivia y Ecuador, esto se debe a la presencia de una gran variedad de maíces en las diferentes regiones del Perú; es más , toda la escala de colores del maíz por su pericarpio que se tienen conocimiento logran hallarse en la región cusco, en el Perú; y el segundo, el territorio de centro América y el sur de México, lo que se fundamentó en haber hallado polen, granos y mazorcas fósiles de maíz en territorio mexicano, estableciéndose que esta planta fuera originaria América central **(Poehlman y Sleper, 2003)**.

Por su parte, **Grobman (2004)**, señala que, si está identificado el origen centro americano de maíz (*Zea mays L*), hasta hoy no se establece con fidelidad el principio del origen progresivo. En la actualidad se han presentado dos conjeturas que explican el principio del cultivo de maíz (*Zea mays L*): en primer lugar refiere que el maíz actual proviene del proceso de transformación distintas razas de maíz rústicos realizada probablemente en diferentes zonas, después el teosinte se inter polinizo con maíz para originar la introducción de genes de teosinte; esta suposición es afirmada por los descubrimientos primitivos muy prematuros de maíz escasos y retardados de teosinte; en segundo lugar indica que el maíz se produjo directamente por relación de una o varias razas del teosinte diploide cíclico, debido a certezas en igualdad de tamaño, número y homología de cromosomas de ambos taxones. En el

Perú, los restos arqueológicos de maíz encontrados, no muestran seguridades de introgresión temprana de genes del teosinte en el maíz primitivo.

### 2.1.2 Taxonomía

**Fernández (2009)**, ubica taxonómicamente al maíz con la siguiente clasificación:

Reino: vegetal (Plantae)

División: angiospermae (Magnoliophita)

Sub división: *Pterapsidae*

Clase: *Liliopsidae*

Sub clase: *Monocotiledóneas*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* L.

### 2.1.3 Representación botánica del maíz

**Manrique (1997)**, menciona que las raíces del maíz son fasciculadas, formadas por tres tipos: (1) las raíces primarias o seminales que se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad que ha sido sembrada; (2) las raíces principales o secundarias que comienzan a formarse a partir de la corona, por encima de las raíces primarias y (3) las raíces aéreas o adventicias que nacen en los nudos de la base del tallo por encima de la corona, constituyen el principal sistema de fijación de la planta y además absorbe agua y nutrientes.

El tallo del maíz está formado por un eje erguido macizo, estirado y tubular – coniforme, acabando en una cimera que forma la espiga masculina o panoja; asimismo muestra uniones y entre uniones, habiendo más breves en la base y más extensos a medida que se apartan de la parte basal. En la parte baja del tallo se encuentran los primordios

radicales, los que originan las raíces adventicias, específicamente en las uniones que se encuentran cerca al suelo. De los nudos de la parte superior del tallo nacen las hojas. Las cuales son solventes, liguladas y lanceoladas, desarrollada por envolturas formadas por las hojas las cuales cubren el entre nudo con nervaduras paralelas.

Mateo (2005) señala que el maíz es una planta que tiene dos tipos de inflorescencia o monoica: en la inflorescencia masculina es un penacho ramificado, la cual se sitúa en la terminación del tallo, donde se ramifica en varios ejes insertadas por espiguillas con un par de flores, donde los pistilos han liberado el polen, el órgano sexual femenino, se constituye de flores que se encuentran agrupadas en una o varias estaquillas implantadas en la axila de las hojas que se encuentran en la parte baja del tallo. Estas estaquillas se designan como mazorcas las cuales se unen al tallo por intermedio de un pedúnculo de extensión que varía de acuerdo a la variedad del maíz, las cuales se encuentran envueltas por hojas sin limbo denominadas espatas. La mazorca está conformada por una columna engrosada (carozo) en el que se incrustan dos espigas con dos flores por cada sección, la parte superior es fértil. Cuando los estambres de la flor han abortado y el ovario lleva un estilo largo al cual se le denomina seda.

Las flores no poseen glumillas tampoco glumas.

Es la mazorca de forma cilíndrica y alargada, que cambia sus medidas de acuerdo a las variedades y la nutrición aportada a la planta. Su reproducción es cruzada (alógama), por lo general el polen, es decir el grano madura, mucho más antes que la flor femenina, que es el estigma y esta sea receptiva.

Su fruto tiene forma globosa con cariósida El fruto es una cariósida lisa, sobre todo las variedades nativas, los híbridos tienen el fruto aplastado. El peso de unos 100 granos varía de entre trescientos y cien gramos. La coloración varía de blanco, blanco amarillo y violáceo lo que determina la especie de polen que logra fecundar.

El mismo autor, menciona también que el maíz es un cereal que tiene una gran capacidad fotosintética debido al tamaño grande de la planta, su buena masa foliar, su poderoso sistema vascular y su asimilación. Se encuentra entre las plantas C4, todas estas cualidades lo convierten en una gran productora de grano.

En el proceso de desarrollo y sus distintos estadios son muy parecidos con otros cereales, solo que no realiza bifurcaciones laterales o brotes de otras ramas desde los nudos del tallo.

- Para dar inicio a la germinación en su fase vegetativa es necesaria una temperatura de 5°C como mínimo, no obstante, la germinación no se agiliza si no ha alcanzado una temperatura de 10°C, a lo que se acondiciona la fecha de siembra en las diferentes regiones. Bajo estas circunstancias en 10 días se produce la germinación. La etapa de instalación de cultivo en la tierra es considerada a partir de la germinación hasta que logra una etapa de seis a ocho hojas, tiempo en el que la planta ofrece un desarrollo frágil, don la yema se encuentra al ras del piso, como hacinamiento de los entre nudos lo que es fundamental para regular esta fase es la temperatura, que podría variar de acuerdo a los climas, así como de las variedades de entre dos y ocho semanas.

Etapa de reproducción, se alarga a partir de la fase en el que la planta cuenta con 6 y 8 hojas, hasta llegar a la etapa de floración. Cuando la planta cuenta con 6 y 8 hojas y de acuerdo a las variedades y los entornos ambientales, la parte apical se despliega en escasos días la espiga u órgano masculino, donde se distinguen los estambres, las flores y las espigas.

Después de ocho o diez días, 1 o 2 de las yemas axilares desarrollan en dirección a la espiga, teniendo en cuenta la temperatura como regulador de esta etapa, igual

que la disposición de agua, si es reducida la cantidad de flores, la cantidad de granos será menor.

Por lo tanto, la fase que determina el resultado final de producción en el maíz tendrá una duración que puede variar entre las seis semanas.

La aparición del polen empieza días después de que haya brotado la panícula y tiene una duración de aproximadamente una semana.

Antes que aparezcan los pelos del choclo en el exterior, la panícula comienza a producir polen. De esta forma se realiza la fecundación y facilita la polinización cruzada, esta acción es frecuente en el comportamiento reproductivo. A los tres días seguidas de la polinización ocurre la fecundación del ovulo.

- Etapa de maduración, después de realizada la fecundación, empieza el grano a engrosar, donde pasa por sus tres estados propios:

Estado lechoso, es cuando tiene un 80% de humedad, en el estado pastoso, el grano de maíz alcanza un 50% de humedad es decir ya tiene los dientes completos, y cuando tiene un 35% a 38% de humedad el grano es cristalino y está llegando a la madurez y es prácticamente imposible rayarlo con la uña. Toda esta actividad está relacionada a la humedad existente en el suelo.

Los principales componentes del rendimiento son: números de líneas de óvulos, longitud de la mazorca, número de mazorcas por planta, número de granos por espiga y peso del grano.

#### **2.1.4 El maíz en el Perú y su clasificación**

La cantidad de razas tomando en cuenta los criterios de selección puede ser de entre 54 y 56 razas de acuerdo a las investigaciones de los autores que realizan el trabajo en el maíz, en el maíz y otras especies las razas son un conjunto de variedades con características similares, lo cual accede a un reconocimiento grupal. En genética, el

grupo es la unión de varias características de genes en común (**Gutiérrez Rosati, 2006**).

Existen 51 razas de maíz según afirma **Sevilla (2003)**. En la región sierra están 27 de las razas del Perú, 9 en la región selva.

Las agrupaciones de las razas en el Perú son realizadas en número de seis de acuerdo a su evolución (**Grobman et al., 1961; Manrique, 1997; Salhuana, 2004**)

1. Razas primitivas: son aquellas que tienen formas iguales a los diferentes hallazgos arqueológicos, al igual que los dibujos fitomórficos descubiertos en los huacos. Por este motivo es considerado como la más antigua las cuales se atribuyen a las características del maíz rústico. Son del tipo reventón y son muy prematuros. En las partes más altas de la sierra se encuentra la distribución geográfica, donde se hallan la mayor cantidad de razas entre los 2500 y 3900 msnm. Así se tiene las variedades de confite morocho, confite puntiagudo, confite puneño, kculli y enano.
2. Derivación de las razas primitivas: en este grupo se encuentran las procedentes de las remotas como producto de hibridación, selección y aislamiento. Su tipificación se encumbra mayormente a la época pre-incaico y la incaica. Este grupo se caracteriza por ser de precocidad media y generalmente amilácea. Su distribución es tanto en la costa, sierra y en la selva; se le cultiva desde el nivel del mar hasta los 3500 m.s.n.m. pertenecen a este grupo: mochero, alazán, pagaladroga, sabanero, piricinco, uchuquilla, granada, chullpi, huayleño, paro, morocho, huancavelicano, ancashino, shajatu, piscorunto, cusco cristalino, amarillo, cusco rabo de zorro, chaparreño.
3. Derivación de razas recientes: son todas las razas que muestran similitud con las razas anteriores considerándose las como derivadas de ellas y resultado de



hibridación y selección. Su tipificación se remonta a la época incaica y precolombina. Se caracterizan por presentar mayor grado de especialización, mayor desarrollo vegetativo, mayor rendimiento y por ser generalmente amiláceos. Su distribución está localizada generalmente en la costa y sierra, desde el nivel del mar hasta los 2,800 m de altura. Las razas pertenecientes a este grupo son: Huachano, Chancayano, Perla, San Gerónimo Huancavelicano, Cusco Gigante, Arequipeño, Chimlos, Marañón.

4. Introducción de razas: al Perú se importó razas que han tenido cambios debido a la transferencia de genes con las razas existentes o nativas, pero aún mantienen la forma diferente de planta y la mazorca, que son reconocidas como razas introducidas recientemente. Así podemos hallar al pardo, alemán, chuncho, cubano dentado amarillo.
5. Razas nacientes: en este conjunto se integran las variedades que se han introducido en los recientes años los cuales se han caracterizado por sus cultivos especializados y restringidos en unos valles. A este grupo pertenecen: jora, coruca, morocho cajabambino, morado canteño, sarco.
6. Razas no determinadas: estas razas que están dispersas en una distribución geográfica muy limitada, se pueden considera que algunas razas recién están en desarrollo. A estas razas se les encuentra bien definidas como para ser identificadas como razas de división para la creación de híbridos. A estas razas pertenecen: ajaleado, san geronimo, perlilla, tumbesino, colorado, chancayano amarillo, amarillo Huancabamba.

### **2.1.5 Heterosis del maíz**

**Jugenheime (1987)**, manifiesta que el vigor híbrido o heterosis es una ocurrencia que sucede cuando se cruzan dos variedades diferentes creando un híbrido superior

a sus antecesores en rendimiento, crecimiento, tamaño, desarrollo foliar y fortaleza en general.

Por otra parte, **Bajaj (1994)**, define a la heterosis cuando existe el aumento de vigor en comparación de su antecesor que origino la generación F1. Generalmente la heterosis sucede cuando se unen dos genes de predominancia dominante y ambos se integran (**Jugenheimer, 1987**).

Es conocido que al contrario de la heterosis (vigor híbrido) los hijos que se producen por la autofecundación del maíz producen un cambio de endocria, la cual produce muchos elementos con defectos y estériles los cuales se eliminan solos. (**Jugenheimer, 1987**).

Cuando se cruzan 2 distintas variedades de endocrias se logra la restauración del vigor híbrido que se había perdido y siempre se logra obtener más vigor de las variedades originales, es así que las variedades subsanan sus defectos iniciales con la progenie con la que se cruzan, las cuales son diferentes (**Bajaj, 1994**).

### **2.1.6 Divergencia genética**

A nivel mundial la producción de maíz tiene una cantidad de distintas variedades, que tienen un número cromosómico de diez (X). Las cuales son divididas en nueve grupos teniendo a dos, ***Zea mays* L.**, variedad japónica (***Z. japónica*, *Z. japónica vittata***) y ***Zea mays* L.** variedad gracillima (***Z. gracillima*, *Z. minima***) son maíces decorativos. Entre las siete que quedan son las que tienen mayor importancia económica y de extensa distribución en Latinoamérica. (**Levita, 2003**).

## **2.2. EL CULTIVO DE MAÍZ**

### **2.2.1 Exigencia agroecológica**

**Revilla et al., (2000)** sostiene que la planta de maíz se considera como tropical con poca tolerancia a las heladas, pero llega a la madurez cuando se cuenta con una

temperatura aproximada a los 24°C, durante toda su etapa vegetativa, y en zonas con fuertes vientos invernales.

**PRAAPERÚ (2013)** indica que en la etapa de floración puede afectar las temperaturas que están por encima de los treinta grados centígrados la cual puede inducir a la producción de polen antes que la producción de pelos del órgano femenino y en temperaturas por debajo de los veinte grados centígrados aparece la inflorescencia femenina antes que la inflorescencia masculina.

En temperaturas que son menores a los 20°C el ciclo vegetativo del maíz tendrá mayor duración respecto a los que fueron sembrados en lugares con mayores temperaturas así sea la misma semilla

En la etapa de formación de los granos, las altas temperaturas provocan la maduración más prematura.

**Ruiz et al., (s.f)** revela que los suelos profundos y fértiles, con bastante drenaje y cantidad de materia orgánica son ideales para su producción.

Es necesaria realizar una buena preparación del suelo, si se obvian las labranzas mínimas o labranza cero realizando las siguientes labores:

- arado.
- Rastra primera.
- Rastra segunda.

Realizando estas se logrará una excelente ventilación en el suelo, menor cantidad de malezas, menor cantidad de plagas y una mejor retención del agua de lluvia.

**Sevilla y Valdez (1985)**, señalan que la transformación de la materia orgánica mediante los procesos físico químicos se incrementa con el nitrógeno, lo que ayuda en la formación de nitritos que pueden resultar tóxicos si son en grandes cantidades,

lo que puede afectar a la germinación de la semilla, es por eso que su aplicación al suelo debería realizarse unos 50 días antes de realizar la siembra

**López (1991)**, da a conocer que la planta de maíz realiza mejor la conducción del agua durante el proceso de producción empleando solo 350 Kg de materia seca. En la producción el elemento que determina la producción y los grandes rendimientos, es el agua, es así que si se cubre adecuadamente la demanda de agua se obtendrá los máximos rendimientos.

De otra parte, este mismo autor da a conocer de un período crítico de gran sensibilidad a las condiciones de sequía, que se sitúa entre unos 20 días antes de la floración masculina y termina unos 20 días después de la polinización, al secado de las sedas o estigmas. Durante este período la falta de riego durante un turno de 14 días, puede ocasionar una pérdida del 60% de la producción. Las aportaciones de agua deben ser iguales o 1,1 veces superiores a la evaporación terrestre del cultivo. Según zonas, estas necesidades representan entre 6.500 a 8.500 m<sup>3</sup>/ha. El riego puede suponer más del 20% de los gastos variables del cultivo.

**Aldrich y Leng (1974)**, dicen que cuando la disponibilidad de agua para el riego sea dudosa para que alcance la época habitual de la floración del maíz en la zona, resulta muy interesante plantearse la siembra de variedades de ciclos más cortos después del periodo de heladas. De esta forma, la planta habrá superado la fase crítica de la floración cuando empiecen a escasear los caudales para el riego. Las menores producciones de estos híbridos a pleno rendimiento son superiores o iguales a las conseguidas por los híbridos de ciclos largos que puedan sufrir los desastres de una sequía.

### **2.2.2 Fotoperiodo**

Al respecto, **Paliwall et al., (2001)**, nos dice que el maíz es una planta heliófila, de fotoperiodo corto y fotoperiodo largo en los cultivares sub tropicales, y en estaciones donde los días son largos a latitudes altas, las plantas crecerán tan altas que no tendrán tiempo de formar semillas antes de que entre en senescencia.

El mismo autor comenta que la magnitud de la influencia que tienen los días largos en el número de días que deben pasar antes que el maíz florezca es genéticamente prescrita y regulada por el sistema fitocrómico.

Otros investigadores, **Chávez et al., (2004)**, sostienen que las variedades o poblaciones de maíz de fotoperiodo corto generalmente no desarrollan bien y dan muy bajo rendimiento bajo condiciones de fotoperiodo largo y viceversa.

### **2.2.3 Labores culturales en el cultivo de maíz**

#### **2.2.3.1 Preparación del terreno**

**Sevilla y Valdez, (1985)**, afirman que la preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno con grada para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra. También se efectúan labores con arado de vertedera con una profundidad de labor de 30 a 40 cm. En las operaciones de labrado los terrenos deben quedar limpios de restos de plantas (rastros).

#### **2.2.3.2 Siembra**

Para la siembra, **Valdez (1991)**, manifiesta que el grano de maíz se siembra en el suelo húmedo, inmediatamente absorbe el agua a través de la cubierta y el grano comienza a abultar, iniciándose en su interior los cambios químicos que van a dar lugar a la germinación

También sostiene que para el éxito de esta etapa es necesario que se cumpla 3 condiciones fundamentales: haber preparado el terreno en la mejor forma posible, la semilla es de suma importancia por eso se recomienda semillas de buena calidad, y que el suelo se encuentre siempre en capacidad de campo con un riego adecuado. Así mismo, investigadores como **Tapia y Fries (2007)**, indican que generalmente la que mejor funciona es la siembra por golpe, pero de igual manera se puede realizar en siembra corrida, colocando dos a tres semillas por golpe en una profundidad de cinco a seis centímetros, el maíz es un cultivo que generalmente se maneja con riego y se puede cultivar en cualquier época del año según la altitud:

- Entre los 1800 y 2500 msnm que es la zona agroecológica quechua baja si se dispone de riego se puede realizar la siembra durante todo el año; en caso de no contar con riego se puede sembrar en los meses de setiembre y octubre.
- Para realizar la siembra maway o de temporada, entre los 2500 y 2800 msnm se tiene que contar con riego, realizando surco de 80 a 90 cm. Pero en tiempos de secas no se siembra y se espera hasta la época de lluvias en octubre.
- Entre los 2800 y 3400 que comprende la zona agroecológica quechua alta, se realiza la siembra en el mes de octubre al inicio de las lluvias.

### **2.2.3.3 Control de malezas**

El maíz es muy afectado por la competencia de malezas en sus primeras etapas de desarrollo. Esa competencia se da por fertilizantes, agua y luz. Según estudios, dicen **Sevilla y Valdez (1985)**, el efecto más perjudicial se produce en los primeros 35 días que siguen a la emergencia del maíz. Las malezas que crecen después del aporque no perjudican tanto el rendimiento, pero su peligro se da por ser hospederas de insectos picadores chupadores que transmiten "virus".

El control se puede hacer mediante dos procedimientos: labores de cultivo y aplicación de herbicidas. Los primeros se realizan haciendo cultivos superficiales cuando las malezas son pequeñas. Además, la labor de aporque es un complemento muy eficiente que contribuye al control de malezas. Es un complemento porque por lo general se hace después de 30 a 45 días lo que podría resultar tarde.

#### **2.2.3.4 Raleo o desahijé**

Es una actividad que se realiza cuando las plantas tienen una altura de 20 cm. Aproximadamente seleccionando las más débiles y dejando 1 o 2 plantas, las más fuertes (Sevilla y Valdez, 1985).

#### **2.2.3.5 Aporques**

El aporque se realiza cuando la planta alcanza aproximadamente 40 cm de altura (Sevilla y Valdez, 1985).

Como expresa Sánchez (1997), en el caso de no utilizar herbicidas, el cultivo debe mantenerse limpio mediante deshierbes manuales, cuyo número dependerá de la cantidad de malezas existentes en el terreno. La labor del medio aporque dice que es necesaria para el cultivo, ya que permite un mejor anclaje y desarrollo de las plantas y se aporcará cuando tengan de 20 a 30 cm de altura, conjuntamente con la aplicación de la urea. El aporque completa el desarrollo de la planta, ya que le permite desarrollar completamente su sistema radicular y aprovechar al máximo los nutrientes del medio.

#### **2.2.3.6 Cosecha**

En la opinión de Tapia y Fries, (2007), el momento oportuno de cosecha sobre todo en las variedades de maíz amiláceo se realiza de acuerdo al tipo de cultivo que podría ser en choclo, grano o de forraje, en el estado de choclo es cuando se

encuentra en la etapa lechosa, lo que sucede a los 40 o 50 días desde la floración y el periodo de cosecha es muy breve, abarca no más de diez días.

La mayoría de chacras se cultivan para grano. El momento de cosecha se determina cuando las hojas de la planta muestran un amarillamiento y comienza el secado de las hojas inferiores.

Por lo general los campesinos cortan las plantas y dejan que completen su madurez tendidas en el suelo, secándolas por unos 20 días. Luego son amontonadas en filas o arcos, para finalmente efectuar el «despanque», es decir sacar las hojas o pancas, a mano o con clavos. Las mazorcas son llevadas a las qolqas o eras especialmente preparada para proceder al secado de los granos hasta un 12 a 14 por ciento de humedad y desgranadas a mano; a menudo son conservadas en mazorcas amarradas y colgadas denominándose «guayunga».

#### **2.2.4 Fertilización en el cultivo de maíz**

De acuerdo con **Fuentes (2002)**, la demanda de nutrientes que el maíz requiere de algunos elementos minerales para lograr su desarrollo es necesario. La deficiencia de algunos o el exceso se manifiestan en la planta. es recomendable la aplicación de P y K de 0.3 Kg. de P en 100 Kg. De abono. El N es también muy importante en mayores cantidades en toda la etapa del desarrollo vegetativo.

Como afirma el mismo autor, la aplicación que normalmente se realiza es de acuerdo a las características del sector donde será la plantación, por lo tanto, el abonado con bastante materia orgánica se realiza en todos los sectores por igual. Sin embargo, en las primeras etapas de desarrollo del maíz la aplicación de abono es menor, hasta que el maíz cuente con 6 a 8 hojas.

Desde la aparición de ese número de hojas es recomendable la fertilización de:

- N 82% (abonado nitrogenado).



- $P_2O_5$  70% (abonado fosforado).
- $K_2O$  92% (abonado en potasa).

Los abonados al momento de la formación del en la mazorca deben ser mínimos, en el cultivo de maíz se debe aplicar una cantidad de 825 Kg. Por hectárea en todas las acciones de cultivo. Las fertilizaciones de cobertura se realizan desde que aparecen las primeras hojas en la planta

La fertilización se debe realizar de una manera controlada y con criterio, de acuerdo a las necesidades de la planta.

Como lo hace notar **Injante (2013)**, hay diferentes estados en el que el maíz extrae más cantidad de nutrientes del suelo, unos más que otros, así se hace notar durante los 30 y 60 días después de haberse sembrado el maíz. La aplicación de elemento como el nitrógeno (N) de alta movilidad se apliquen durante los primeros 30 días, es así que a los 90 días después de la siembra se haya completado la demanda de nitrógeno (N) en un 88% los 74% de fosforo (P) y 100% de potasio (K) así como el 90% de magnesio que requiere el maíz.

**Condori (2006)**, mantiene que el potasio (K) es requerido en grandes cantidades por el maíz, principalmente para mantener el vigor en su crecimiento, ya que el potasio (K) es esencial en la calidad del maíz, tanto para mejorar el peso de grano de maíz y los números de granos en la mazorca.

También arguye, y concuerda con **Injante (2013)**, es de suma importancia las primeras etapas de crecimiento del maíz si se encuentran suficientes cantidades de fosforo (P), en forma fácilmente asimilable. Las pequeñas raíces todavía no pueden llegar a las reservas de fosforo (P) del suelo y compiten con desventaja con la materia orgánica presente en el suelo para su aprovechamiento. Así mismo, indica que el fosforo es importante en la formación de raíces y floración.

### 2.2.5 Etapas de desarrollo en el cultivo de maíz

Desde el punto de vista de **Hanway (1993)**, hace una división del desarrollo en la planta del maíz en estados de desarrollo vegetativo (V) y estado de desarrollo reproductivo (R), es así que en cada etapa de crecimiento lo sub divide en distintos periodos:

**Tabla 1: Fases fenológicas del maíz**

<b>Estado vegetativo</b>	<b>Estado reproductivo</b>
VE – Emergencia.	R1 – Floración masculina.
V1 – Primera hoja.	R2 – Grano perlita.
V2 -SV2 – Segunda hoja.	R3 – Grano lechoso.
V3 - TV3 – Tercera hoja.	R4 – Grano masoso.
V6 – Sexta hoja.	R5 – Grano dentado.
V9 – Novena hoja.	R6 – Madurez fisiológica.
V12 – Duodécima hoja.	
V15 – Décimo quinta hoja.	
V18 – Décimo octava hoja.	
VT – Floración masculina.	

En el crecimiento vegetativo:

**Germinación y emergencia (VE).** – cuando el suelo se encuentra en capacidad de campo la semilla comienza a hincharse, donde primero sale la raíz desde el embrión de la semilla, seguidamente sale el cleoptilo con la plúmula cerrada, después 3 a 4 raicillas. El VE, emergencia, que se ha logrado por el rápido desarrollo del

mesocotilo que estimula al coleóptilo para salir a la superficie del suelo, contando con aliados como la humedad y el calor sucede la emergencia del maíz después de cuatro o cinco días desde la siembra, si se encuentran en situaciones de frío o sin humedad requerirá 2 semanas o más.

Con la brotación y el desarrollo del ápice del parte apical llamado coleóptilo sobre el suelo y el alargamiento del mesocotilo. es en este punto de desarrollo de la planta llega a 2.5 y 3.8 cm. Y bajo el suelo se ubica por encima del mesocotilo, las primeras hojas crecen aceleradamente, para seguidamente desarrolle la parte aérea del maíz.

Las raíces crecen de la semilla, y el suelo ejerce una influencia en el desarrollo de la planta dependiendo de la profundidad donde crecerá la planta de maíz, también seguido al desarrollo VE las raíces reducen su crecimiento y en el estado V3 ya no existe tal desarrollo, aunque las raíces seminales actúan durante toda la vida vegetativa de la planta, y el mayor aporte sucede antes de que se establezcan las raíces nodales.

Excepto la radícula o pivot las demás raíces crecen en un ángulo de 25° a 30°, desde la raíz horizontal pero la raíz nodal empieza a girar hacia abajo si se incrementa la temperatura en el suelo y se comienzan a secarse las partes superiores del suelo.

Todas las raíces excepto la radícula, tiende inicialmente a crecer en ángulo de 25 a 30° desde la horizontal. Sin embargo, el crecimiento inicial de la raíz puede dirigirse en cualquier dirección (hacia arriba) orientándose por la semilla. El crecimiento radicular nodal comienza a girar más hacia abajo cuando aumenta la temperatura del suelo y el secado ocurren las capas superiores del suelo.

**Estado V3.- es en este instante que los pelos radiculares se generan desde las raíces nodales y se estanca el desarrollo de la raíz seminal.**

En esta etapa es donde se forman todas las hojas y los brotes para la mazorca que se desarrollan en la planta. En el estado V5, será completada la formación de las hojas y empieza los brotes de la mazorca y da inicio a la aparición microscópica de la flor masculina en la parte apical del tallo. La parte apical del tallo se encuentra debajo de la superficie del suelo, teniendo la planta una altura de 20 cm. En el área foliar.

**Estado V6.-** en este estado, el eje de desarrollo y floración masculina se encuentran en la superficie del suelo es cuando el tallo comienza una etapa de rápido crecimiento y alargamiento. Debajo de la superficie del suelo, las raíces nodales son ahora los principales sistemas de raíz con grupos que se vienen desarrollando de 3 y 4 nudos bajo el tallo.

En la mazorca y algunos vástagos, que en un momento inicial fueron iguales, ahora son visibles. El macollamiento se forma en los llamados nodos las cuales se originan de bajo de la superficie del suelo, y la cantidad de estas varían de acuerdo al híbrido, fertilidad, densidad de plantación y las condiciones medio ambientales.

La pérdida de dos hojas o más puede suceder cuando la planta se encuentra en el estado V8.

**Estado V9.-** Cuando se seccionan la mazorca en este estado se puede observar varios brotes. En cada nodo de la parte aérea se formará un brote de la mazorca, con excepción de los 6 a 8 nodos por debajo de la floración masculina. En un inicio, se realiza un despliegue más rápido en la mazorca originada por la parte de encima del brote. Encima del tallo,

Es así que, en ocasiones se ve disminuida el desarrollo de muchos brotes de la mazorca superior en donde se generará la mazorca que será cosechada. En los cultivos de origen híbrido las cuales producen una a dos mazorcas por planta es

llamada prolífica. De esta manera la muestra de prolificidad en el maíz se aumenta, cuando se disminuye la densidad de siembra.

De esta manera las flores masculinas empiezan a desarrollarse de manera más rápida y el tallo muestra una elongación o crecimiento de sus entre nudos, y cada entre nudo, mostrara su elongación antes del entre nudo que se encuentra en su parte superior.

En el **V10**, es más corto el tiempo, de entre 2 y 3 días, la aparición de nuevos estados de las hojas, así es que en V10, el crecimiento del maíz es más rápido debido a la acumulación de nutrientes y peso seco. Lo que seguirá hasta los estados reproductivos más avanzados.

**Estado V12.-** Si los cortos brotes que serán las siguientes mazorcas se formaran precisamente antes del desarrollo de la flor masculina (V15) el tamaño y el número de los óvulos o granos siempre son establecidos en el V12.

**Estado V15.** – la planta de maíz en V15 esta aproximadamente de diez a doce días muy distante de la floración femenina. En este estado se desarrolla la etapa más crítica en relación al rendimiento de la planta, el crecimiento de las mazorcas que se encuentran en la parte alta son de mayor tamaño a las de las mazorcas que se encuentran en la parte baja, es ahí que empiezan a emerger nuevas hojas cada uno dos días. En el estado V17 las mazorcas crecen aceleradamente. Cuando las puntas son bastante visibles es señal que las mazorcas ya han crecido, en V17 también puede ser visibles la parte apical de la floración masculina.

**Estado V18.-** primero se desarrollan los estigmas, en la mazorca sobre todo las de la base, los cuales son los primeros en emerger, en forma gradual ascendiendo la parte basal hasta la parte apical de la mazorca.

Las raíces nodales las cuales son de apoyo, se desarrollan en ese momento. Estas sirven de apoyo a la planta y tienen la función de tomar aguas y nutrientes de la parte superior del suelo en las etapas reproductivas de la planta. En este estado las plantas de maíz esta distante de la floración femenina porque está desarrollándose rápidamente la mazorca.

**Estado VT.** - Da su inicio en cuanto la flor masculina es de completa visibilidad y las flores femeninas aun no son visibles. A los dos o tres días comienza el estado VT, después de la emergencia de la aparición de la flor femenina, en este periodo alcanza su tamaño total la planta de maíz y empieza el desprendimiento del polen. Entre el estado VT y R1 el tiempo fluctúa considerablemente la que mucho depende de las condiciones del ambiente y del híbrido, generalmente el desprendimiento de polen sucede en horas de la mañana y comienzo de la tarde, a los dos o tres días después respecto al desarrollo de reproducción.

**Estado R1 (floración femenina).** - cuando es visible la floración femenina fuera de las vainas da comienzo al R1. Cuando los granos de polen caen son capturados por las flores femeninas húmedas, el grano de polen se desarrolla en veinticuatro horas después de haber sido capturado y es cuando da comienzo a la fertilización del ovulo y se transformara en grano.

Por lo general es necesario de dos a tres días para que todas las flores femeninas sean polinizadas, el crecimiento de las flores femeninas es de 2.5 a 3.8 cm. Por día las cuales seguirán creciendo con la fertilización.

En R1 los granos están cubiertas casi por completo por los lemas, palcas o glumas, y es de color blanco por la parte exterior. Por la parte interna del grano R1 es de color claro y hay bajo fluido en el embrión o germen el aun no es viable cuando es seccionado con una navaja o bisturí.

En R1 y R2 la chala y el pedúnculo alcanzan por completo su tamaño.

**Estado R2 (grano perlita).**-la coronta de la parhua, el pedúnculo y los brazos espigales ya se encuentran completamente desarrollados. En el grano o endospermo recién empieza a almacenarse el almidón y los granos del maíz empiezan a incrementar su peso. Hasta la etapa de grano dentado seguirá la incrementación de peso.

La absorción de fosforo y nitrógeno continuara realizando la planta en forma vertiginosa, y en otros lugares de la planta va perdiendo estos elementos nutritivos en beneficio del grano.

La primera raíz, la primera hoja y el coleoptilo se dieron inicio en el embrión del grano.

Es en este periodo que el peso del grano da inicio a su incremento. Lo cual exige el incremento de riego y garantizar la humedad del grano en forma adecuada. Las pérdidas de hojas a consecuencia de la granizada o cualquier fenómeno climático ocasionarían daños irreparables en la formación de granos. Y principalmente en el ápice de la coronta.

**Estado R3.**- en la parte exterior el grano manifiesta un color amarillo, y en la parte interna el grano es lechoso a consecuencia del almidón acumulado. A un inicio el progreso es con lentitud, en este momento, el embrión desarrolla en forma acelerada y es visible fácilmente. Los granos R3 han desarrollado en partes exteriores dela mazorca la cual rodea y las flores femeninas adquieren un color marrón empezando a secarse.

La acumulación de materia seca en los granos se encuentra en alta y están en un 80% de humedad aproximada. Dentro del endospermo se encuentra completo en R3, su desarrollo se debe al crecimiento celular y la acumulación de las células con almidón.

**Estado R4.-** Sigue el incremento de almidón en la parte interna del endospermo ahora a consecuencia de la sustancia lechosa hasta lograr engrosar en una planta estable. Por lo general, se formaron en esta etapa cuatro hojas de carácter embrionario, R4 incremento su tamaño de manera notable, a comparación del R3. La coloración de la mazorca en su cascara se torna rojo a rosado a consecuencia del color de los ingredientes que lo circundan (paleas y lemas).

En medio del R4, el embrión se verá alargado en la parte lateral en mayor tamaño de la mitad del grano. Lo cual originara una sustancia pastosa.

Precisamente antes de R6, en toda la longitud de la mazorca empiezan a secarse los granos y detienen su desarrollo, en la última hoja o quinta embrionaria se forman las raíces seminales laterales. Son este conjunto de 5 hojas con carácter embrionario, las mismas que surgen en el siguiente periodo posteriormente a la germinación y en el estado VE.

**Estado R5 (grano dentado).-** en la etapa R5, la envoltura de la mazorca se torna de color verde claro y ya casi todos los granos se encuentran en dentición o son dentados. Por la parte superior comienzan a desecarse formando una pequeña capa dura y blanca. La capa de almidón aparece en forma transversal a la forma del grano en un periodo breve desde el lado contrario del embrión.

Cuando se encuentre maduro; la línea y la parte dura del almidón irán avanzando a la base del grano. Ya que el almidón que se encuentra acumulado es duro en la parte superior de la línea, pero sigue suave en el interior de la línea y una ligera presión con los dedos lo pueden notar.

**Estado R6 (madurez fisiológica).-** la etapa R6, es emparejado al momento que los granos en su totalidad lograron su peso en su magnitud máxima con la provisión de materia seca necesaria. Las puntas del grano logran una coloración negra o marrón



y la capa endurecida del almidón progresa en la mazorca completamente. La coloración negra de la capa sucede en forma progresiva desde la parte apical del grano hasta los granos que se encuentran en la parte basal de la mazorca. Así un buen indicador de peso seco o madurez fisiológica, o indicadores de la culminación del desarrollo del grano en esta etapa. Las envolturas y muchas hojas no disipan su coloración verde en forma paulatina hasta que se secan completamente y la planta muere.

### 2.2.6 Plagas y enfermedades

De acuerdo a **Tapia y Fries (2007)**, concuerdan que las enfermedades principales que atacan el cultivar del maíz son:

- Pudrición de la raíz (*Pythium sp.* y bacterias).
- Tizon (*Helmithosporium sp.*).
- Roya de la hoja (*Puccinia sorghi*).

Desde el punto de vista de **Injante (2013)**, las plagas principales que atacan el cultivar del maíz son:

- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).
- Barrenador de la caña (*Diatraea saccharalis*).

### 2.3. El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Desde el punto de vista de **Banda (1981)**, este insecto se ubica en su taxonomía en:

Phylum: *Arthropoda*

Sub phylum: *Mandibulata*

Clase: *Insecta*

Sub clase: *Pterygota*

Orden: *Lepidoptera*

Sub orden: *Frenatae*

Super familia: *Noctuidae*

Familia: *Noctuidae*

Tribu: *Predenini*

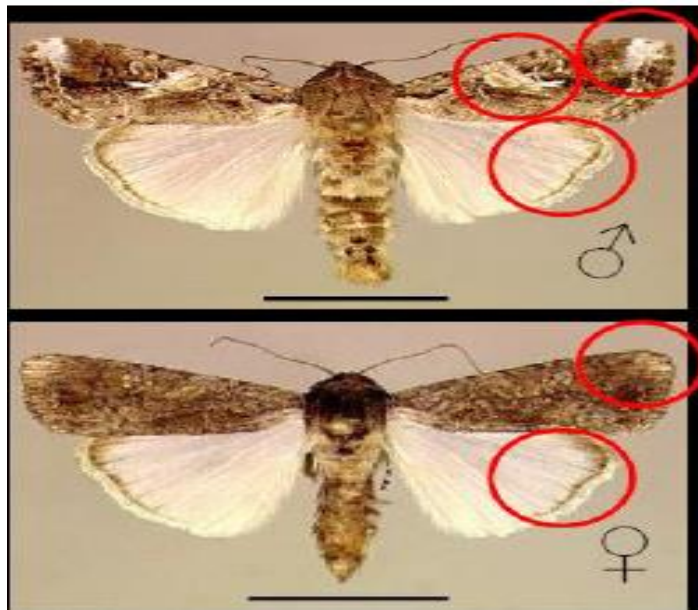
Género: *Spodoptera*

Especie: *S. frugiperda* (J.E. Smith)

#### 2.4. **Biología y descripción**

Tal como expresa **Ángulo (2000)**, una de las principales plagas de importancia en el cultivo del maíz es el gusano cogollero, en las regiones sub tropicales y tropicales de américa. En el país se han registrado pérdidas a consecuencia de la presencia de este insecto y su ataque al cultivo que van de un trece hasta un 60 %. En las zonas tropicales y sub tropicales de acuerdo a la temporada se reportan daños más serios. Como plantea **Chávez (1990)**, el adulto del gusano cogollero mide de 32 a 38 m.m. En las hembras las alas tienen un color pardo gris a pardo y son uniformes, pardo claro con rayas pálidas al medio del ala y marcas oscuras en los machos. Las alas posteriores son de color blanco.

Teniendo a los autores **Borbolla (1981)** y **Silovain (1987)**, señalan que los adultos de cogollero presentan hábito nocturno y tiende a tener una etapa de vida que podría variar de 4 a 8 días, las cuales dependen de las condiciones del medio ambiente; en su etapa reproductiva pueden producir hasta 3600 huevecillos las hembras.



**Figura 1:** *Spodoptera frugiperda* en su etapa adulta.

Fuente: Núñez (2014). Control biológico. Perú. INIA - SENASA

Tal como expresa **Angulo (2000)**, los adultos de cogollero tienen comportamientos de carácter nocturno y su etapa de longevidad es variante de 4 a 8 días, las cuales dependen de las condiciones del medio ambiente; en toda su etapa de vida las hembras producen hasta 3600 huevos para su reproducción. Las cuales son colocados en el envés de las hojas formando masas, las cuales la hembra las cubre con sus escamas. La incubación de los huevos sucede entre dos a diez días. Tienen una forma globos, las cuales tienen estrías radiales, color rosado pálido que va tornándose gris cuando se aproxima a la eclosión.

Teniendo en cuenta a **Negrete y Morales (2003)**, señalan que en las primeras horas de la noche las hembras hacen el depósito de sus huevos, y los cubren con sus segregaciones bucales, así como con sus escamas que tienen en su cuerpo los cuales sirven para proteger contra los enemigos naturales y las inclemencias medio ambientales.

**Ángulo (2000)**, refiere que los estadios de las larvas tiene 6 o 7 mudas, las más importantes son los dos primeros, para tomar las medidas de control; en la primera

etapa logran medir de dos a tres mm, la cabeza es de color negro completamente, en la segunda etapa logran una longitud de cuatro a diez mm y la cabeza tiene un color carmelita claro; en su última etapa o estadio pueden lograr un tamaño de 35 milímetros las larvas, En el tercer estadio alcanzan se introducen o alcanzan el cogollo, realizando perforaciones en las hojas y se aprecian cuando se descubren las hojas.

Mientras que **García y Clavijo (1989)**, concluyen que la larva dura de 14 – 21 días y pasa por 5 – 6 estadios dependiendo de la temperatura y el tipo de alimento y tiene en la parte frontal de la cabeza una sutura de color claro en forma de “Y” invertida.

#### **2.4.1. Daños**

En opinión de **Wiseman et al., (1977)**, este insecto inicia su ataque cuando las plantas tiene 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 vegetal.

Desde la posición de **Sparks, (1979)** y **Lagunes et al. (1985)**, sostienen que inicialmente las larvas comienzan a alimentarse en el envés de las hojas, se dispersan y se dirigen al cogollo de la planta de maíz; aquí se alimentan de las hojas en crecimiento, las cuales posteriormente muestran perforaciones irregulares.

#### **2.5. *Bacillus thuringiensis***

**Lecadet et al., (1994)**, manifiestan que es una bacteria que se encuentra en el suelo gram positiva, aeróbica y es esporulada con flagelos pritriscos, las cuales producen inserciones cristalinas en la fase de esporulación las que contienen naturaleza proteica. De acuerdo a sus características bioquímicas *Bacillus thuringiensis* son parecidos a *Basillus cereus*, con la cual difieren que *B. thuringiensis* es productor de cristal.

Como expresa **Tomasino et al. (1995)**. El ciclo de vida de *Bacillus* presenta dos fases principales: crecimiento vegetativo, donde las bacterias se duplican por bipartición, y esporulación, un tipo de diferenciación de bacteria a espora. *Bacillus thuringiensis* es considerada una bacteria ubicua, o sea que se ha aislado de todas las partes del mundo y de diversos sistemas, como suelo, agua, hojas de plantas, insectos muertos, telarañas, entre otras.

Desde el punto de vista de **Faust (1982)**, *Bacillus thuringiensis* se caracteriza por producir una variedad de toxinas con diversas propiedades. Siete de ellas están descritas: la fosfolipasa C (**conocida como  $\alpha$  - exotoxina**) ; una toxina termoestable ( **$\beta$  - exotoxina**); una enzima no identificada que puede ser no toxica (**t - exotoxina**); el cristal proteico paraesporal ( **$\delta$  - endotoxina**) que es el que posee actividad toxica contra larvas de varios ordenes de insectos y algunos otros organismos, tales como nematodos y protozoarios; una toxina lábil; una toxina soluble en agua aislada de una formulación comercial y una exotoxina conocida como factor ratón.

### 2.5.1. Clasificación y taxonomía

Según **Nakamura, (1998)** *B. thuringiensis* pertenece a la familia *Bacillaceae* y se encuentra dentro de la agrupacion uno del genero *Bacillus*; es parte del grupo de *Bacillus cereus*, el que contiene a *B. anthracis*, *B. cereus*, *B. mycoides*, y en opinión de **Lechner et al. (1998)** a los de reciente descripción *B. pseudomycoides* y *B. weihenstephanensis*.

Reino: *Eubacteria*

Filo: *Firmicutes*

Clase: *Bacilli*

Orden: *Bacillales*

Familia: *Bacillaceae*

Género: *Bacillus*

Especie: *thuringiensis*

### 2.5.2. Mecanismos de acción

Desde el punto de vista de **Gómez (2014)**, las larvas que se encuentran infestadas por *Bacillus thuringiensis* se tornan inactivas, ya no se alimentan, y comienzan a tener excreciones acuosas y regurgitan. La cabeza parece de mayor tamaño al cuerpo. La larva se vuelve flácida y muere, por lo general en una semana. Y todo el cuerpo se vuelve de color marrón oscuro al momento de su descomposición.

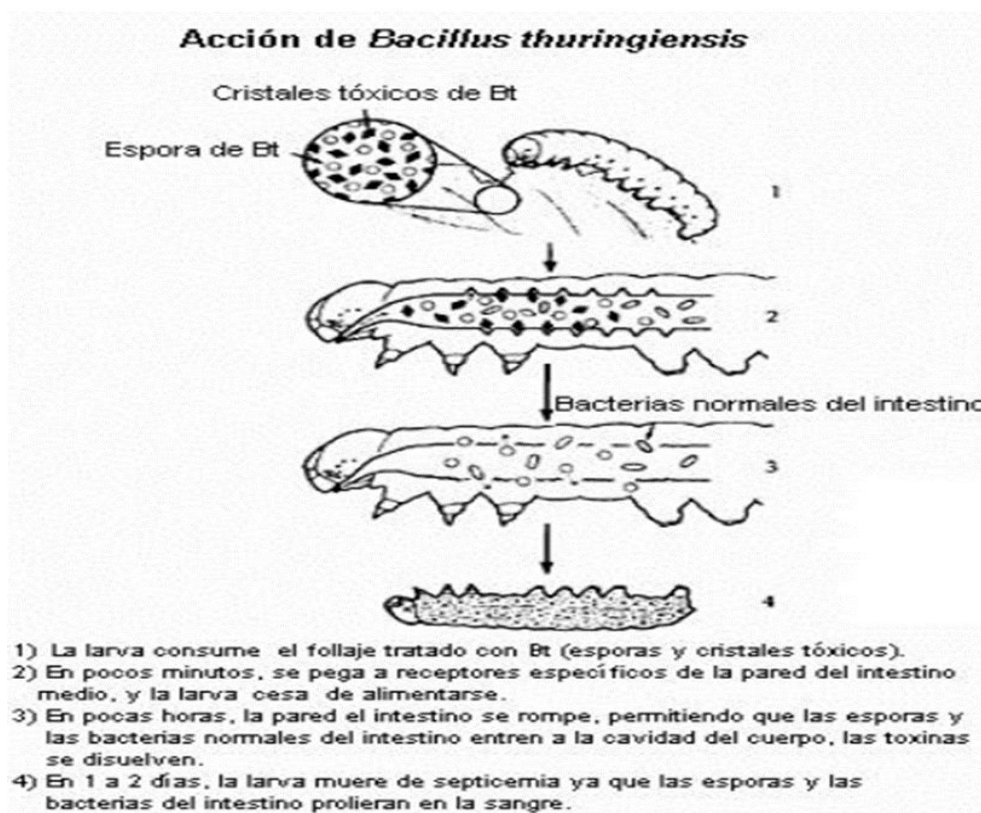


Figura 2: Modo de acción de *Bacillus thuringiensis*.

Fuente: Gómez (2014). Control Biológico. Perú: INIA - SENASA.

## 2.6. *Baculovirus*

### 2.6.1. Generalidades

Con base en los estudios de **Miller (1997)** y **Caballero et al., (2001)**, todos los *Baculovirus* pertenecen a una diversa familia de virus cerrados que contienen ADN de doble cadena las cuales afectan insectos y otros invertebrados.

De acuerdo a **Rohrmann (2011)**, el genoma se halla envuelto en viriones las que tiene una forma de tipo bastón y cerrados dentro de un ceno proteico la cual se conoce como cuerpo de inclusión (CI), el cual le brinda protección de las condiciones medio ambientales.

**Miller (1997)**, señala que los viriones se presentan en 2 representaciones muy importantes: viriones que derivan de un cuerpo cerrado (ODV) y viriones surgidos o de brote (BV), Los que son iguales en la forma de su núcleo capsido, pero son diferentes en origen, en la composición de sus cubiertas y su rol de infección del virus.

En opinión de **Thien y Cheng (2009)**, la familia Baculoviroidae es una composición de 4 generos, dentro de los que predominan dos grupos: los nucleopoliedrovirus (NPV) y los granulovirus (GV).

### **2.6.2. Taxonomía**

**Harrison (2009)**, enfatiza que es dificultoso realizar una clasificación de una especie viral en procesos taxonómicos, ya que se deben de instituir los términos que precisan si una variante pertenece a una especie nueva. Gracias a los avances de la genética se ha logrado avances de importancia de la taxonomía y la biología de los miembros de la familia de los *baculovirus*. Además de estas particularidades, los *baculovirus* tienen figuras las que se evidencian cuando contaminan un insecto o célula hospedera, como la categoría de hospederos, el movimiento y la patología entre otras. Hasta el momento más de 50 genomas de *baculovirus* se han realizado la secuencializacion, es así que se ha facilitado la clasificación de nuevas especies de

virus, lo cual aporta informes de importancia en relación al contenido y organización del genoma. Teniendo en cuenta la disposición de las completas secuencias de genomas de *baculovirus* y su estudio filogenético, **Jehle et al., (2006)** dispusieron una nueva manera de clasificar, en la cual son reconocidos 4 grupos grandes: los Alfabaculovirus (**NPVs de lepidópteros**), los Betavaculovirus (**GVs de lepidópteros**), los Gammabaculovirus (**NPVs de himenópteros**) y los Deltabaculovirus (**NPVs de dípteros**).

### **2.6.3. Ciclo de infección y patología**

En el ambiente se hallan partículas virales en forma de **CI**s. Son consumidas por las larvas las **CI**s, estas seguidamente se disuelven en los órganos internos de la larva por el pH base que difiere entre 9 y 11 (**Caballero et al., 2001**) liberando los **ODV**. Cuando son liberados, los viriones atraviesan la membrana del intestino (**Wang y Granados 2000; Haas –Stapleton et al., 2003**), las cuales se adhieren a los vellos microscópicos que tienen las células epiteliales del intestino medio, ya cuando se produce la adhesión, las nucleocapsides ingresan en el citoplasma de la célula y van directamente al núcleo (**Volkman 2007**), empezando la traslación de los genes virales, se producen la nueva generación de virus lo cual produce transformaciones en la fisiología y función del insecto beneficiando al mejor crecimiento de la infección del hospedero (**Caballero et al., 2001**).

Hasta la membrana celular son transportadas las nucleocapsides formadas, luego brotan obteniendo una cubierta de la membrana para constituir **BVs**. Las cuales realizan su circulación mediante la hemolinfa esparciendo la inoculación a los órganos y tejidos susceptibles de acuerdo al movimiento celular del retrainimiento viral (**Passarelli 2011**) como son el cuerpo graso, la tráquea, los hemocitos y otros,



trascuro conocido **como** infección secundaria (**Caballero et al., 2001; Rohrmann 2011**). En el núcleo de estas células se realiza la réplica y traslado viral las cuales se ensamblan las nuevas nucleopsides. En los estados más pausados de la inoculación, las nucleocapsides son ocluidas en la central proteica de poliedrina o granulina para formar los **CI**s (**Slack y Arif 2006**) lo cual ocasiona la muerte del insecto n su estado larval. Los **CI**s pueden ser dispersados por licuado de larvas infectadas en el ambiente y así empezar una nueva etapa del ciclo infectivo (**Miller 1997**). Si se entiende este procedimiento y los factores que permiten aclarar los potenciales momentos donde se bloque o se accede a la infestación viral.

#### **2.6.4. Los hospederos y sus rangos**

Es limitado el rango de hospederos de un virus por la capacidad de ingreso a las células de cualquier organismo, replicar su genoma, acoplar nuevas partes virales y soltar la progenie infecciosa (**Liu 1987; Thiem 1997; Rahman y Gopinathan 2003; Thiem y Cheng 2009**). De acuerdo a estos aspectos, son indicadores del rango de hospedantes de baculovirus, es así que hay un orden limitado de hospederos y la mayoría a una sola familia con especies muy pocas, pero la realidad este no es concepto general. Por ejemplo, el baculovirus mas estudiado a nivel mundial, el **AcNPV**, puede infectar 39 especies de larvas de lepidópteros, pertenecientes a 13 familias y replicarse en sus líneas celulares derivadas (**Guo et al., 1990; El – Ssalamouny et al., 2003**).

#### **2.7. Extracto de rocoto**

El ají rocoto es una planta biocida con contenido de capsicina y alcaloides, encontrándose mayor proporción en las paredes divisorias del fruto (**Briones, 1994**).

### **2.7.1. Capsaicina**

La capsaicina ha sido ampliamente utilizada para el control de insectos minadores, chupadores, barrenadores y masticadores. Presenta acción repelente y actúa por ingestión, causando trastornos digestivos, por lo tanto, el insecto deja de alimentarse. Su principio insecticida se encuentra distribuido principalmente en el fruto, siendo esta la parte más comúnmente utilizada (**Madhumathy et al., 2007; Peña et al., 2013**).

De otra parte, **Alternativa Ecológica (2012)**, señala que la capsaicina en el momento que se aplica sobre la plaga ocasiona sensación de ardor en todo el cuerpo del insecto; posteriormente estos insectos se inhiben en su alimentación.

**Liener (1986)** citado por **Sarwar (2015)**, sostiene que la capsaicina funciona abriendo puertas en las membranas celulares que permiten que los iones de calcio se inundan en la célula, lo que provoca una señal de dolor que se transmite a la siguiente célula, y así sucesivamente. Concentraciones extremadamente altas de capsaicina son tóxicas y destruyen las células al detener la producción de ciertos neurotransmisores que permiten la comunicación celular.

### **2.7.2. Alcaloides**

El uso de los alcaloides en forma potencial con actores insecticidas, nematicidas, bacterisidas e insecticidas se recomienda en su acción inhibidora de la síntesis de proteína del RNA trasmisor, depresivos del sistema nerviosos central, oxiotocicos, antiarritmicos e hipoglicemiantes (**Mc Cawley, 1985**).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. UBICACIÓN

##### 3.1.1 Ubicación Geográfica

El trabajo de investigación fue realizado en la comunidad campesina de Santiago, distrito de Chapimarca de la Provincia de Aymaraes, Región Apurímac, teniendo las coordenadas geográficas son las siguientes:

- Latitud sur: 14° 00' 38"
- Longitud oeste: 73° 07' 41"
- Altitud: 2977 m.s.n.m.

##### 3.1.2 Ubicación Hidrográfica

Corresponde a la Sub Cuenca Pachachaca, Microcuenca Chapimarca por donde discurre el río Supalla, como tributario del río Pachachaca y desde el punto de vista del ONERN (1981), pertenece a bosque seco – Montano Bajo Subtropical (**bs - MBS**) y cuenta con las siguientes especies:

Retama (*Spartium junceum*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Capulí (*Prunus capollin*)

Chamana (*Dodonaea viscosa*) y entre otros.

Como actividad económica, los pobladores de la comunidad de Chapimarca desarrollan agricultura sus suelos bajo riego y como también de secano donde destacan los cultivos de maíz (*Zea mays L*), papa (*Solanum tuberosum*), haba (*Vicia faba*), arveja (*Pisum sativum*), avena (*Avena sativa*), trigo (*Triticum vulgare*) y diversas hortalizas. los cuales son básicamente para el consumo y en un mínimo porcentaje para el intercambio (trueque) y en menores proporciones para venta como es el caso del maíz amiláceo, trigo, haba y frutales.

El patrón edáfico de la parcela experimental está constituido por suelos francos (ver anexo: análisis de suelo). Respecto al clima, el SENAMHI (2017) reporta para el distrito de Chapimarca temperaturas mínimas de 13.7 °C y máximas de 25.2 °C y una precipitación de 866 mm.

**a. Acceso**

Existe dos medios de acceso al distrito de Chapimarca, la primera es a través de la carretera asfaltada Interoceánica Abancay – Ancobamba (57 Kms.) Ancobamba – Chapimarca (Carretera afirmada) 27.5 km y por acceso peatonal de Antarumi – comunidad de Chapimarca (11 km).

**3.2. MATERIALES**

**3.2.1. Materiales Biológicos**

1. Semillas de maíz (Blanco Urubamba o Cusco Gigante).
2. *Bacillus thuringiensis*.
3. *Baculovirus*.
4. Rocoto.

**3.2.2. Materiales de Campo**

1. Herramientas agrícolas: pala, rastrillo y pico.
2. Wincha.
3. Libreta de campo.
4. Estacas.
5. Letreros de identificación.
6. Mochila de aspersión.
7. Envase de plástico.
8. Balanza.

**3.2.3. Equipos**

1. Computadora Intel Core i5-7400 3.00 GHz, 4GB DDR4.
2. Cámara fotográfica compacta digital de 16 megapíxeles
3. Paquete de programas informático para oficinas: Microsoft Office.
4. Software estadístico: Infostat.

#### **3.2.4. Servicios**

1. Internet, fotocopias

### **3.3. METODOLOGÍA**

Se empleó la investigación aplicada y experimental donde se manejó variables, en condiciones rigurosamente controladas. Por otro lado, este estudio corresponde a la campaña agrícola 2015 – 2016.

#### **3.3.1. Diseño experimental**

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos (incluido el testigo) y cuatro repeticiones, teniendo un total de 16 unidades experimentales.

Su formulación matemática con un factor principal (tratamiento) y un factor secundario (factor bloque) es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde,  $Y_{ij}$  es el resultado del tratamiento  $i$  – ésimo,  $i = 1, 2, 3, \dots, l$  al bloque  $j$  – ésimo,  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ .

$\mu$  es la media de toda la población. Mide el promedio de todos los resultados.

$\alpha$  es el efecto del tratamiento  $i$  – ésimo,  $i = 1, 2, 3, \dots, l$ . Mide el efecto incremental del tratamiento del nivel  $i$  sobre el efecto global ( $\mu$ ).

$\beta$  es el efecto del bloque  $j$  – ésimo,  $j = 1, 2, 3, \dots, j$ . Mide el efecto incremental del tratamiento del factor secundario (bloque) sobre el efecto global ( $\mu$ ).

$\varepsilon$  es el error experimental o perturbación, son variables aleatorias independientes idénticamente distribuidas.

**Tabla 2.: Aleatorización de tratamientos y repeticiones**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			$\Sigma Y_i$
	1	2	..j	
1	$Y_{11}$	$Y_{12}$	$Y_{1j}$	$Y_1$
2	$Y_{21}$	$Y_{22}$	$Y_{2j}$	$Y_2$
3	$Y_{31}$	$Y_{32}$	$Y_{3j}$	$Y_3$
4	$Y_{i1}$	$Y_{i2}$	$Y_{ij}$	$Y_i$
$\Sigma Y_i$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_j$	$Y$

Los tratamientos evaluados fueron:

1. Testigo. (A).
2. Aplicación de *Bacillus thuringiensis*. (B).
3. Aplicación de *Baculovirus*. (C).
4. Extracto de rocoto. (D)

### 3.3.2. Área experimental

La población de plantas que constituyen el experimento fueron de 3072, el tamaño de muestra con el cual se realizó las evaluaciones por cada unidad experimental fue de 20 plantas de maíz.

Además, las características del área experimental presentaron las siguientes características:

#### Del campo experimental

Largo del campo	: 25.20 m.
Ancho del campo	: 25.20 m.
Área total	: 635.04 m <sup>2</sup> .
Área útil neta	: 368.64 m <sup>2</sup> .

#### De los bloques

Largo del bloque	: 25.20 m.
Ancho del bloque	: 4.80 m.
Numero de bloques	: 4
Área de cada bloque	: 120.96 m <sup>2</sup> .
Distancia entre bloques	: 2.00 m.

#### De las parcelas

N° total de parcelas	: 16
N° de parcelas por bloque	: 4
Largo de la parcela	: 4.80 m.
Ancho de la parcela	: 4.80 m.
Área de cada parcela	: 23.04 m <sup>2</sup> .
Distancia entre parcelas	: 2.0 m.

#### De los surcos

Largo del surco : 4.80 m.

Distancia entre surcos : 0.80 m.

Nº de surcos por parcela : 6

Nº de surcos por bloques : 24

Nº total de surcos : 96

De la semilla

Nº de semillas por golpe : 2

Nº de golpes por surco : 24

Nº de golpes por parcela : 96

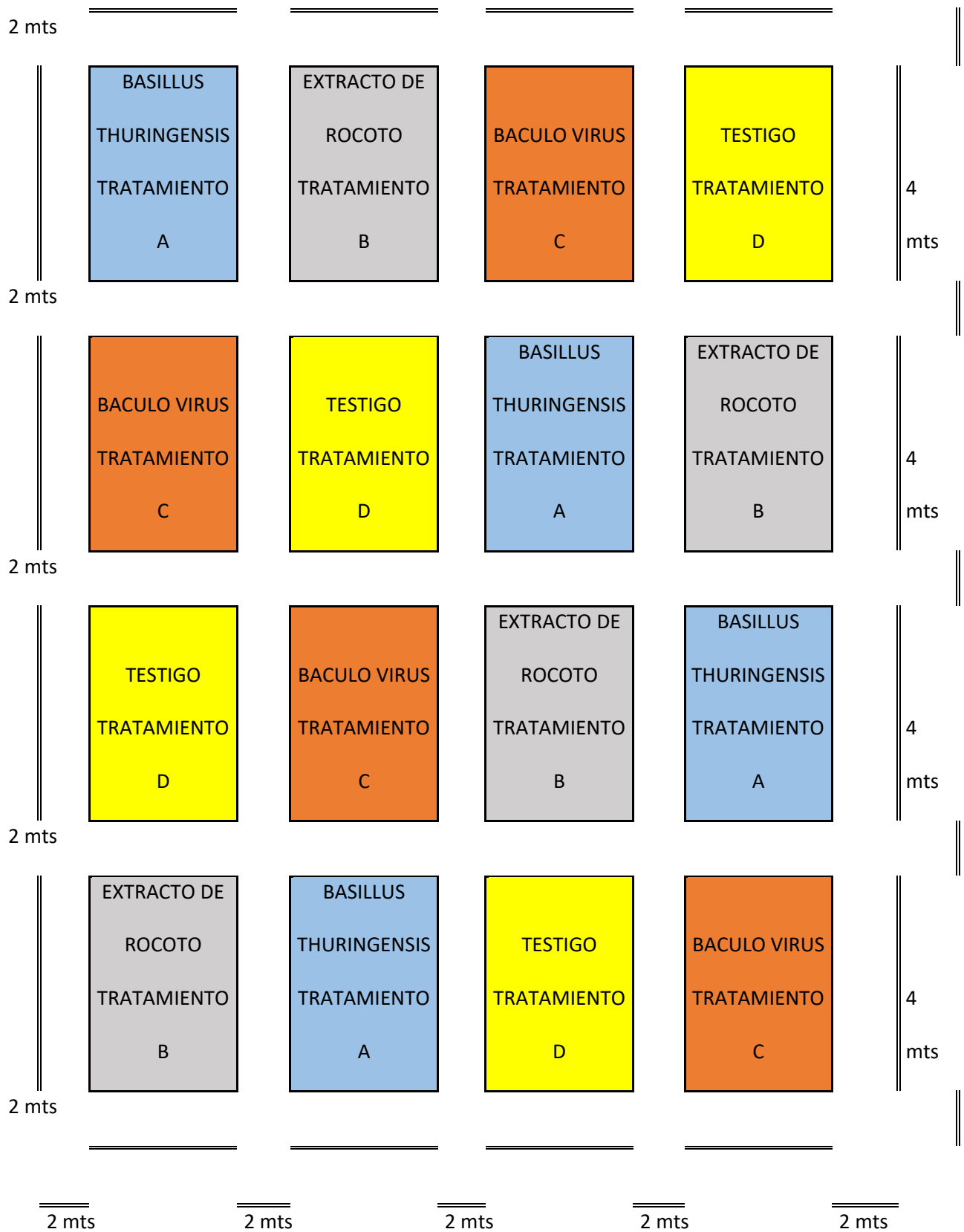
Nº de semillas por parcela : 192

Nº de semillas bloque : 768

Nº total de semillas : 3072



## TRATAMIENTOS DE DISEÑOS DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR



### 3.3.3. Variables

- **Independientes**

1. Aplicación de *Bacillus thuringiensis* sobre el cogollero
2. Aplicación de *Baculovirus* sobre el cogollero
3. Aplicación de extracto de rocoto sobre el cogollero
4. Al testigo no se aplica

- **Dependiente**

La población del cogollero en el cultivo de maíz

Rendimiento de la producción en el cultivo de maíz.

- **Indicadores de medición de las variables independientes**

1. Porcentaje de larvas muertas.

### **3.3.4. Establecimiento y conducción del experimento en campo.**

#### **3.3.1.1 Practicas agronómicas.**

Las labores referentes al manejo agronómico de las parcelas se llevaron a cabo de tal manera que en las unidades experimentales no difieran por las actividades realizadas, la única diferencia será en los tratamientos con aplicación *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus* y de extracto de rocoto sobre el cogollero al testigo no se aplica

#### **a) Preparación del terreno**

A partir del 10 de abril del 2015, se realizó la preparación del terreno; en primer lugar, se hizo la limpieza del terreno, eliminando los rastrojos de la campaña anterior, posteriormente el riego y finalmente con la ayuda de yunta se hizo el arado para aflojar la tierra posteriormente se diseñó los surcos.

**b) Siembra**

Para ésta actividad se consideró la densidad de siembra con el fin de maximizar la cantidad de plantas en el área útil de las unidades experimentales; por tanto, se eligió un distanciamiento entre plantas de 0.20 m, y de surcos 0.80 m.

**c) Fertilización**

La aplicación de abonos se hizo en tres momentos, la primera se realizó en la siembra, la segunda aplicación en el primer aporque y finalmente la tercera aplicación con el segundo aporque. Los abonos que se utilizaron para la fertilización del cultivo de maíz fueron guano de isla y fosfato di amónico, en la proporción 50 y 10 kilogramos respectivamente. Los criterios de aplicación de los abonos estuvieron en referencia al resultado del análisis de suelo (ver tabla 2), en la cual nos indica que la fertilidad natural del suelo aporta en mayor cantidad fosforo y potasio mientras que para el caso del nitrógeno, su presencia en el suelo es muy bajo. Sin embargo, el plan de fertilización fue suplir la deficiencia de nitrógeno con el propósito de obtener buenos rendimientos en las parcelas experimentales, y su vez, de evitar degradar la fertilidad natural del suelo.

**Tabla 3: Nutrientes presentes en el suelo**

**Aporte de nutrientes por parte del suelo (kg)**

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
2.69	101.76	1041.6

Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina

En la tabla 3, se detalla el aporte de nutrientes que provienen de los fertilizantes usados para el abonamiento del cultivo de maíz.

**Tabla 4: Aporte de nutrientes**

**Aporte de nutrientes por parte de fertilizantes (kg)**

<b>Tipo de fertilizante</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
Fosfato di amónico	1.8	4.6	-
Guano de Isla	5.5	4.5	1
<b>Total</b>	<b>7.3</b>	<b>9.1</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia

**d) Control de malezas**

Para realizar el control de malezas se utilizó herramientas agrícolas de uso manual, como la lampa o azadón, a razón de dos controles durante el proceso de producción del maíz.

**e) Riego**

El riego se realizó cada 7 días teniendo en cuenta factores como el requerimiento hídrico de la planta, la época del año, la ausencia de lluvias y un suelo franco.

**f) Control fitosanitario**

Estuvo orientado para el control del cogollero por medio de los tratamientos: *Bacillus thuringiensis*, *baculovirus* y extracto de rocoto a los 20 días después de la siembra, con 3 aplicaciones cada 10 días hasta los 50 días después de la siembra. Las aplicaciones fueron hechas con una mochila de 18 litros.

La dosificación se estuvo en función al criterio del investigador:

**Tabla 5: Dosis de los tratamientos en estudio**

Tipo de control	Dosis		
	1ra Aplicación	2da Aplicación	3ra Aplicación
<i>Bacillus thuringiensis</i>	21g/10 litros de agua.	21g/10 litros de agua.	21g/10 litros de agua.
<i>Baculovirus</i>	21g/10 litros de agua.	21g/10 litros de agua.	21g/10 litros de agua.
Extracto de rocoto	21ml/15 litros de agua.	21ml/15 litros de agua.	21ml/15 litros de agua.
Testigo	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Comparación de la eficacia de la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus*, Extracto de rocoto y testigo para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L).

**Tabla 6: Resultados de las aplicaciones por tratamientos a los 20,30 y 40 días**

TRATAMIENTO	BLOQUE	NÚMERO DE LARVAS ANTES DE LA APLICACIÓN	NÚMERO DE LARVAS MUERTAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN	NÚMERO DE LARVAS ANTES DE LA APLICACIÓN	NÚMERO DE LARVAS MUERTAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN	NÚMERO DE LARVAS ANTES DE LA APLICACIÓN	NÚMERO DE LARVAS MUERTAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN
		20 días - 30 días		30 días - 40 días		40 días - 50 días	
		Extracto de rocoto	I	25	5	20	6
Baculovirus	21	4		17	6	11	4
<i>Bacillus thuringiensis</i>	19	6		13	7	6	6
Testigo	27	3		24	4	20	3
Extracto de rocoto	II	23	5	18	5	13	5
Baculovirus		19	3	16	6	10	4
<i>Bacillus thuringiensis</i>		15	6	9	5	4	4
Testigo		27	5	22	3	19	3
Extracto de rocoto	III	18	3	15	4	11	4
Baculovirus		16	3	13	4	9	4
<i>Bacillus thuringiensis</i>		14	5	9	6	3	3
Testigo		25	3	22	3	19	5
Extracto de rocoto	IV	21	3	18	4	14	4
Baculovirus		19	4	15	5	10	5
<i>Bacillus thuringiensis</i>		15	4	11	7	4	4
Testigo		25	3	22	3	19	3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 6, se muestra que cada unidad experimental se evaluó 15 plantas de maíz tomadas de los 3 surcos centrales de manera aleatoria teniendo en cuenta el efecto de borde de inicio y parte final del surco. Esta evaluación se realizó en el estadio V5.

La evaluación tuvo lugar, en tres tiempos, el primero después de los 20 días siguientes a la siembra, en esta primera evaluación se observó larvas en su tercer estadio de *S. frugiperda* en el haz de las hojas del maíz; es así que se dio inicio a la primera aplicación de los tratamientos en estudio. La segunda evaluación se dio transcurrido los 30 días después de la siembra cuando las larvas se encontraban en su quinto estado larval y finalmente la tercera aplicación a los 40 días después de la siembra, en el sexto estado larval del cogollero.

De otra parte, para determinar el porcentaje de mortalidad para todo tipo de plagas, se recurrió a la siguiente fórmula de **Henderson - Tilton**:

$$\% \text{ de Mortalidad} = 100 \times \left[ 1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca} \right]$$

Donde:

*Ta* = larvas después del tratamiento en la parcela tratada.

*Cb* = larvas en el recuento previo en el testigo sin tratar.

*Tb* = larvas en el recuento previo al tratamiento en la parcela tratada.

*Ca* = larvas después de los tratamientos en el testigo sin tratar.

Una vez calculado los porcentajes de mortalidad de cada tratamiento, se procedió a determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

#### **4.1.1. Para la primera aplicación (20 días después de la siembra)**

Se recurrió al Análisis de Varianza, de los cuales podemos mencionar que, entre los tratamientos evaluados efectivamente existen diferencias significativas, nótese el valor *p* es menor que el valor de significancia 0.05, por lo que podemos afirmar que la variación

de la población de plagas del cogollero se debe principalmente a los tipos de control realizados.

**Tabla 7: Análisis de varianza para Porcentaje de eficacia en la primera aplicación**

F de V	GL	SC	CM	F	P	Significancia	
						1%	5%
Bloques	3	43.08	14.36	0.91	0.4727		
Tratamientos	3	1225.82	408.61	25.96	0.0001	*	*
Error	9	141.64	15.74				
Total	15	1410.54					

C.V = 36.80%

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se hizo uso de la prueba tukey a fin de determinar cuál de los tratamientos resultó el más eficiente en el control de larvas de cogollero.



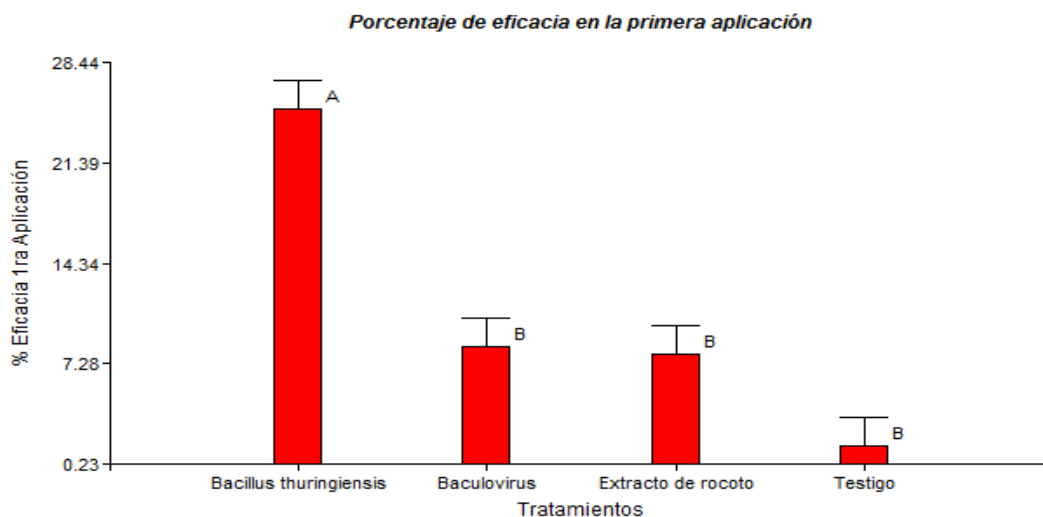
**Tabla 8: Prueba de tukey para el porcentaje de eficacia en la primera aplicación**

Tratamientos	Medias	N	E.E	Grupos
Extracto de rocoto	7.95	4	1.98	B
<i>Baculovirus</i>	8.49	4	1.98	B
Testigo	1.51	4	1.98	B
<i>Bacillus thuringiensis</i>	25.18	4	1.98	A

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 8, se observa que el mejor tratamiento en el control larvas de cogollero fue el *Bacillus thuringiensis* con una eficacia del 25.18% seguidamente del *Baculovirus* con 8.49 %, *Extracto* de rocoto 7.95% y el Testigo 1.51% de eficiencia, numéricamente existe diferencias significativas, pero estadísticamente estos tres últimos son iguales.

**Figura 3: Resultado de la prueba Tukey para el porcentaje de eficacia en la primera aplicación del control de gusano cogollero.**



En la figura 3, se observan estas diferencias bien marcadas entre tratamientos.

#### 4.1.2. Para la segunda aplicación (30 días después de la siembra)

Transcurrido 10 días después de la primera aplicación, se procedió replicar los tratamientos con la finalidad de controlar la población de larvas de cogollero.

**Tabla 9: Análisis de varianza para Porcentaje de eficacia en la segunda aplicación**

F de V	GL	SC	CM	F	P	Significancia	
						1%	5%
Bloques	3	7.42	2.47	0.09	0.9629		
Tratamientos	3	5345.32	1781.77	65.85	0.0001	*	*
Error	9	243.51	27.06				
Total	15	5596.26					

C.V = 23.50%

Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar la evaluación, del Análisis de Varianza calculado (tabla N° 9) se observa que el valor de p nos indica que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados en el control del cogollero. Se llega a tal afirmación al comparar el valor p del análisis de varianza frente al nivel de significancia seleccionado (0.05 o 5%)

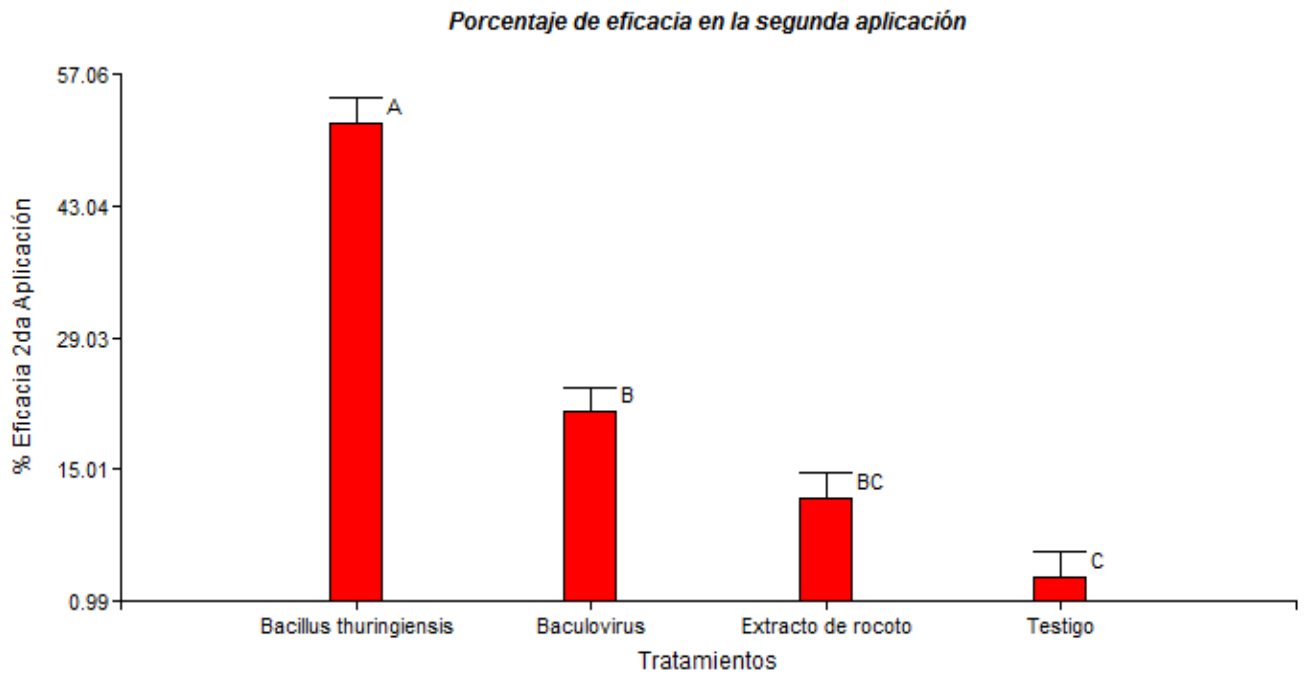
**Tabla 10: Prueba de Tukey para el porcentaje de eficacia en la segunda aplicación**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E</b>	<b>Grupos</b>
Extracto de rocoto	12.00	4	2.60	BC
<i>Baculovirus</i>	21.07	4	2.60	B
Testigo	3.54		2.60	C
<i>Bacillus thuringiensis</i>	51.91	4	2.60	A

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a Tukey, podemos observar de la tabla N° 10, que existe dos grupos bien diferenciados el primero lo conforman extracto de rocoto, *baculovirus* y el testigo con porcentajes de eficacia de 12.00, 21.07 y 3.54% respectivamente; mientras que el tratamiento con mejores resultados fue la aplicación de *Bacillus thuringiensis* logrando un valor porcentual de 51.91.

**Figura 4: Resultado de la prueba Tukey para el porcentaje de eficacia en la segunda aplicación para el control de gusano cogollero**



#### **4.1.3. Para la tercera aplicación (40 días después de la siembra)**

En esta última etapa, se procedió a realizar las aplicaciones de los tratamientos con la intención de contrarrestar el ataque de larvas de cogollero. Para determinar si existen diferencias entre los tratamientos bajo estudio, se recurrió al Análisis de Varianza (ANVA).

**Tabla 11: Análisis de varianza para Porcentaje de eficacia en la tercera aplicación**

F de V	GL	SC	C M	F	P	Significancia	
						1%	5%
Bloques	3	76.78	25.29	0.94	0.4589		
Tratamientos	3	18692.72	6230.91	230.0	0.0001	*	*
Error	9	243.76	27.08				
Total	15	19013.26					

C.V = 8.81%

Fuente: Elaboración propia.

De este análisis, se evidencia que existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, el valor p (0.0001) es menor frente al nivel de significancia escogida  $\alpha$  (0.05). Como consecuencia de estas diferencias se puede afirmar con base estadística que los bajos niveles poblaciones del cogollero se deba a la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus* y extracto de rocoto en el cultivo de maíz.

Finalmente se procede con la prueba de Tukey a fin de determinar cuál o cuáles de los tratamientos fueron superiores respecto al testigo.

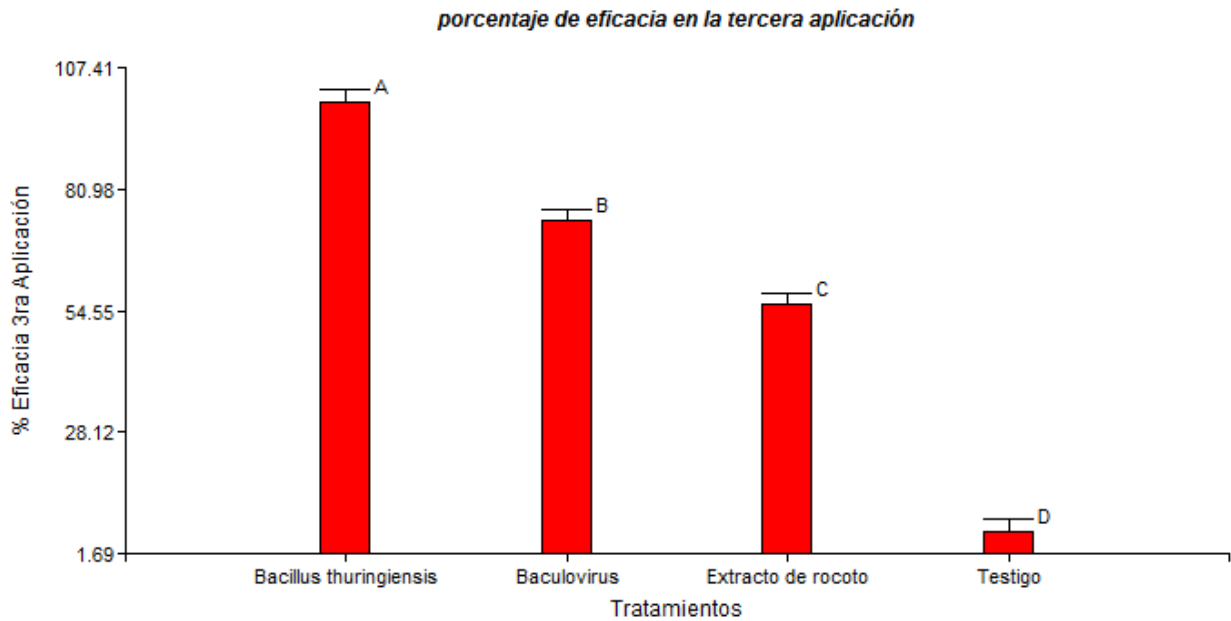
**Tabla 12: Prueba de Tukey para el porcentaje de eficacia en la tercera aplicación**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E</b>	<b>Grupos</b>
Extracto de rocoto	55.78	4	2.60	C
<i>Baculovirus</i>	74.02	4	2.60	B
Testigo	6.50	4	2.60	D
<i>Bacillus thuringiensis</i>	100.00	4	2.60	A

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, se observa que existen tres grupos bien diferenciados con distintos niveles de eficacia. El que resalta es la aplicación de *Bacillus thuringiensis* con 100% de eficacia, seguido del *Baculovirus* con 74.02%, extracto de rocoto con 55.78% y el testigo con 6.50% respectivamente.

**Figura 5: Resultado de la prueba Tukey para el porcentaje de eficacia en la tercera aplicación para el control de gusano cogollero.**



Estudios realizados con *Bacillus thuringiensis* por **Sotelo y Zelaya (2004)**, en la lucha contra el cogollero en cultivos de maíz reportaron de 74% de eficacia en la primera aplicación y en la segunda logró un 54% de eficacia, valores que se encuentran por encima de lo reportado en esta investigación.

De acuerdo a los resultados obtenidos respecto a la investigación desarrollada en la tesis se obtuvo resultados de eficacia en el control del gusano cogollero con *Bacillus thuringiensis* que alcanzo con tres aplicaciones, las cuales se dieron de la siguiente manera, la primera aplicación se realizó a los 20 días después de la siembra, obteniendo un 25.18%, la segunda aplicación a los 30 días obteniendo un 51.91%, con la tercera aplicación que alcanzo un 100% a los 40 días de la siembra de eficacia en el control en el gusano cogollero, diferenciándose de los resultados expuestos por **Sotelo y Zelaya (2004)**, en la primera y segunda aplicación, mientras que en sus investigaciones, dan resultados de la disminución de la eficacia, en un 20%, nosotros tenemos un aumento de 26.73% en eficacia de control de cogollero en el maíz.

De otra parte, **Girano (2016)**, en sus estudios sobre control biológico contra larvas de *Spodoptera frugiperda* aplicando *Bacillus thuringiensis* reportan promedios de 97,35% de larvas muertas; valores que se encuentran por encima de lo alcanzado en esta investigación. Respecto a lo manifestado por **Girano (2016)**, en la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, los resultados obtenidos por la eficacia de control del cogollero son más cercana, ya que nosotros reportamos un 100% en la tercera aplicación del *Bacillus thuringiensis*.

Los estudios realizados por **Velásquez (2015)**, en el control de gusano cogollero reporta que por cada aplicación de *Bacillus thuringiensis*, 5 larvas muertas en promedio, resultados que son semejantes a los obtenidos en las evaluaciones realizadas en el presente trabajo.

En cuanto a resultados obtenidos por el extracto de rocoto, **Velásquez (2016)** en sus investigaciones señala que el mejor control contra larvas de *Spodoptera frugiperda* fue el extracto de rocoto con resultados en promedio de 51.77% de eficacia en las 4 aplicaciones realizadas a lo largo del ciclo fenológico del cultivo; que comparados con los 25.24% de eficacia obtenidos en la investigación resultó inferior.

Finalmente, estudios llevados a cabo por **García (2003)** en el empleo de *Baculovirus* en campo contra el control de *Spodoptera frugiperda* reportó en promedio 49.00% de larvas muertas que en comparación con los 34.52% en promedio reportados de este estudio resulta inferior.



**4.2. Comparación de rendimientos en la producción de maíz con aplicación de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus*, Extracto de rocoto y testigo.**

**4.2.1. Promedio de peso (g) de granos de maíz.**

*Tabla 13: Promedios de peso (g) de granos de maíz por cada tratamiento.*

<b>BLOQUES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>			
	<b>Testigo</b>	<b><i>Baculovirus</i></b>	<b>Extracto de rocoto</b>	<b><i>Bacillus thuringiensis</i></b>
I	230.6	322.1	313.3	380.4
II	222.9	318	337	348.4
III	250.3	322.6	323.5	355.7
IV	234.6	320.9	324.6	361.5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, se observa el promedio por cada tratamiento en estudio para la variable peso de los granos de la mazorca y la escala de medida expresada en gramos.

Con el fin de determinar diferencias entre las medias de los tratamientos bajo estudio, se realizó el análisis de varianza con un nivel de confiabilidad del 5%.

**Tabla 14: Análisis de varianza para rendimiento - peso (g) del grano de maíz**

F de V	GL	SC	CM	F	P	Significancia	
						1%	5%
Bloques	3	91.84	30.62	0.24	0.8688		
Tratamientos	3	35286.96	11762.32	90.84	0.0001	*	*
Error	9	1165.40	129.49				
Total	15	36544.20					

C.V = 3.65%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, se evidencia que existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, el valor p ( $<0.0001$ ) es menor frente al nivel de significancia escogida  $\alpha$  (0.05) Como consecuencia de estas diferencias se puede afirmar con base estadística que los pesos en granos fueron influenciados por la aplicación de los tratamientos. Además, el coeficiente de variabilidad indica un valor porcentual de 3.65% lo que significa que hubo un cuidado en los tratamientos del experimento.

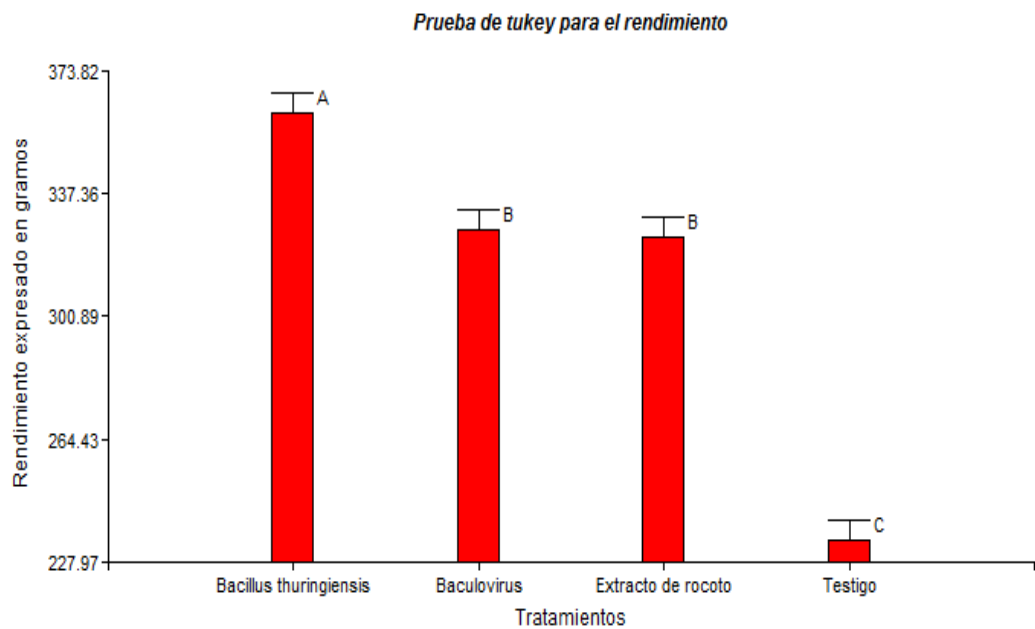
**Tabla 15: Prueba de Tukey para pesos de granos de maíz**

Tratamientos	Medias	N	E.E	Grupos
Testigo	234.60	4	5.69	A
Extracto de rocoto	324.60	4	5.69	B
<i>Baculovirus</i>	326.90	4	5.69	B
<i>Bacillus thuringiensis</i>	361.50	4	5.69	C

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, del resultado de la prueba Tukey se observa que el tratamiento que dio mejores resultados en el rendimiento de granos fue la aplicación de *Bacillus thuringiensis* con promedio de 361.50 gramos por planta, seguidos de *Baculovirus* y extracto de rocoto con 326.90 y el Testigo con 234.60 gramos respectivamente.

**Figura 6: Peso promedio de rendimientos (gr)**



En la figura N° 6. Se muestra los rendimientos comparados frente a otros resultados obtenidos resultan muy variable, debido principalmente a la variedad y niveles de fertilización empleadas.

En las investigaciones realizadas, las metodologías que son empleadas difieren en el tiempo de evaluación, en muchos casos realizan entre 3 a 4 evaluaciones durante el ciclo fenológico del cultivo de maíz.

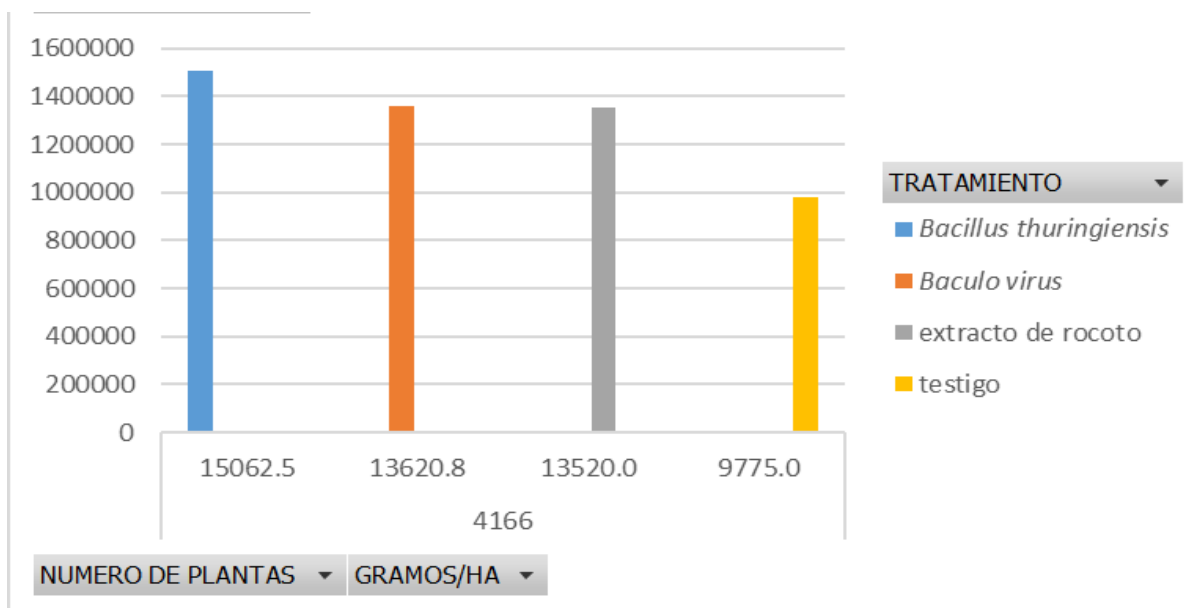
#### 4.2.2. Rendimiento por Ha.

##### Rendimientos por kg/Ha.

**Tabla 16: Promedios de peso (Kg/Ha) de maíz por cada tratamiento**

	RENDIMIENTOS (Kg/Ha)			
	Testigo	<i>Baculovirus</i>	Extracto de rocoto	<i>Bacillus thuringiensis</i>
<b>PROMEDIO</b>	9775.00	13620.80	13520.00	15062.50

**Figura 7: Peso promedio de rendimientos kg/Ha**



En la tabla 16 y figura 7, se observa el peso promedio de rendimiento Kg/Ha el tratamiento *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 15062.50 kg/ha seguido del tratamiento *Baculovirus* con 13620.80 kg/ha, **extracto de rocoto con 13520.00 Kg/ha y el Testigo 9775.00 kg/ha.**

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

Después de los 20 días siguientes a la siembra, en esta primera evaluación se observó larvas en su tercer estadio de *S. frugiperda* en el has de las hojas del maíz; es así que se dio inicio a la primera aplicación de los tratamientos en estudio en la prueba de tukey para el porcentaje de eficacia en la primera aplicación se observa que el mejor tratamiento en el control larvas de cogollero fue el *Bacillus thuringiensis* con una eficacia del 25.18% seguidamente del *Baculovirus* con 8.49 %, *Extracto* de rocoto 7.95% y el Testigo 1.51% de eficiencia, numéricamente existe diferencias significativas, pero estadísticamente estos tres últimos tratamientos son iguales (*Baculovirus*, *Extracto* de rocoto y Testigo).

En la segunda aplicación (30 días después de la siembra) de acuerdo a prueba de Tukey, podemos observar que existe dos grupos bien diferenciados el primero lo conforman extracto de rocoto, baculovirus y el testigo con porcentajes de eficacia de 12.00, 21.07 y 3.54% respectivamente; mientras que el tratamiento con mejor eficiencia fue la aplicación de *Bacillus thuringiensis* logrando un valor porcentual de 51.91%.

Para la tercera aplicación (40 días después de la siembra) se observa que existen tres grupos bien diferenciados con distintos niveles de eficacia. El que resalta es la aplicación de *Bacillus thuringiensis* con 100% de eficacia, seguido del *Baculovirus* con 74.02%, extracto de rocoto con 55.78% y el testigo con 6.50% respectivamente

Comparar los rendimientos en la producción de maíz con aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*, *Baculovirus*, *Extracto* de rocoto y testigo.

En la prueba Tukey se observa que el tratamiento que dio mejores resultados en el rendimiento de granos fue la aplicación de *Bacillus thuringiensis* con promedio de 361.50 gramos por

planta, seguidos de *Baculovirus* y extracto de rocoto con 326.90 y el testigo 324.60 gramos respectivamente.

Los rendimientos Kg/Ha el tratamiento *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 15062.50 kg/ha seguido del tratamiento *Baculovirus* con 13620.80 kg/ha, extracto de rocoto con 13520.00 Kg/ha y el Testigo 9775.00 kg/ha.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Promover en productores maiceros el control biológico, siendo una alternativa factible que contribuye a la sustentabilidad que además busca reducir el número de aplicaciones químicas.

A las instituciones públicas y privadas como en el caso de caritas como institución que promueve la producción orgánica de maíz recomiende el uso de *Bacillus thuringiensis* para el control de cogollero del maíz *S. frugiperda*.

Implementar talleres de capacitación sobre el uso de *Bacillus thuringiensis* a los productores maiceros de la región Apurímac.

Continuar el proceso de investigación con *Bacillus thuringiensis* para el control de cogollero del maíz *S. frugiperda* en otras localidades de la región.



## BIBLIOGRAFÍA

Aldrich, S.; Leng, E. (1974). Producción moderna del maíz. Primera Edición. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Hemisferio Sur.

Alternativa Ecológica (2012). Un espacio dedicado a la producción de la agricultura ecológica en el ámbito urbano y rural. Lima – Perú.

Angulo José, Matéu. (2000). Predicción y estudio fenológico para el maíz y gusano cogollero, consultando información. México.

Banda Tabares, Jener. (1981). Importancia económica de *Heliothis zea* (Boddie) y determinación del umbral económico, distribución matemática y muestreo secuencial de *Spodoptera frugiperda* en maíz criollo. Tesis para optar el grado académico de Doctor. Monterrey.

Bajaj, Y.P.S. (1994). Maize Biotechnology in Agriculture and Forestry. Birkhauser Edition. Germany.

Borbolla I., S. (1981). Estudio comparativo de insecticidas a diferentes dosis y número de Aplicaciones para el control de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en Maíz de temporal. Agronomía en Sinaloa – UAS.

Briones, A. (1994). Conocimiento campesino del uso de plantas insecticidas en el área del Proyecto piloto de ecosistemas andinos. Lima: Agronomía 39: 63 – 72.

Caballero, P., López-Ferber, M., Williams, T. (2001). Los *baculovirus* y sus aplicaciones Como bioinsecticidas en el control biológico de plagas. Editorial Phytoma. España: Universidad Pública de Navarra.

Condori, S. (2006). Evaluación de líneas de maíz morado (*Zea mays* L.) provenientes de la Variedad PMV-581. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima, Perú.

Chávez, R; M. Aduviri; J. C. Linares y A García. 2004. Respuestas fenotípicas de híbridos y variedades de maíz (*Zea mays* L.) al estrés de salinidad y toxicidad de boro bajo condiciones de laboratorios y campo. IDESIA Vol. N° 22. Chile.

Chavez T., H. (1990). Aspecto bioecológico, muestreo de umbrales de daño y métodos de Control de gusano cogollero del maíz. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado: Seminario sobre alternativas para el control del gusano cogollero del maíz.

Doyle, C., Hirst, M., Cory, J. Entwistle, P. (1990). Risk assessment studies-Detailed host range testing of wild type cabbage moth, *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: *Noctuidae*) Nuclear Polyhedrosis-Virus. *Applied and Environmental Microbiology*. 56(9): 2704 – 2710.

El – salamouny, S., Lange, M., Jutzi, M., Huber, J., Jehle, J. (2003). Comparative study on The susceptibility of cutworms (Lepidoptera: *Noctuidae*) to *Agrotis segetum* nucleopolyhedrovirus and *Agrotis ipsilon* nucleopolyhedrovirus. *Journal of Invertebrate Pathology*. 84: 75 – 82.

Faust Rodas, Meriana. (1982). Bacterial and their toxins as insecticides in microbial and Viral pesticides. New York.

Fernández, L. 2009. Identificación de razas de maíz (*Zea mays* L.) presentes en el Germoplasma cubano. Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Biológicas. República de Cuba: Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” INIFAT.

Fuentes, M. R. (2002). El cultivo de maíz en Guatemala una guía para su manejo Agronómico. Guatemala: ICTA.

García Tuesta, Wagner. Luis. (2003). Efecto de *baculovirus* en los diferentes estadios Larvales del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo del maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) *m-28 en Juan Guerra*. Tesis para optar el grado el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Tarapoto – Perú: Universidad Nacional de San Martín.

García Roa, Fulvia; Clavijo S. (1989). Efecto de la alimentación sobre la duración y sobrevivencia de las fases de larvas, prepupa y pupa de *Spodoptera frugiperda*, *Saberes Agronómicos*. Colombia.

Girano Flores, Rossmery. (2016). Eficiencia de *bacillus thuringiensis* en el control de *Spodoptera grugiperda* en el cultivo de maíz (*zea mays* L) *en el Bajo Mayo*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Tarapoto – Perú: Universidad Nacional de San Martín.

Gómez Ramírez, Hilda. (2014). Control biológico. Perú: INIA – SENASA.

Guo, T., Wang, S., Guo, X., Lu, C. (2005). Productive infection of *Autographa californica* nucleopolyhedrovirus in silkworm *Bombyx mori* strain Haoyue due to the absence of host antiviral factor. *Virology*. 341: 231 – 237.

Grobman, A; W, Salhuana; R, Sevilla; P, Mangelsdorf. (1961). Races of Maize in Peru: Their Origins, Evolution and Classification. National Academy of Sciences, NRC Publication 915. Washington D.C. USA.

Grobman, A. 2004. El origen del maíz. En: Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM). Perú: UNALM.

Gutiérrez-rosati, Antonieta. (2006). MAÍZ: Riqueza Genética" Asociación Desarrollo Medio Ambiental Sustentable. Lima, Perú.

Hanway, J. (1993). How a corn plant develops? Special Report W 48. Iowa State University and Science and Technology Cooperative Extension Service, Ames, Iowa.

Haas – Stapleton, E., Washburn, J., Volkman, L. (2003). Pathogenesis of *Autographa californica* M nucleopolyhedrovirus in fifth instar *Spodoptera frugiperda*. *Journal of General Virology*. 84: 2033 - 2040.

Harrison, R. 2009. Structural divergence among genomes of closely related *baculoviruses* and its implications for *baculovirus* evolution. *Journal of Invertebrate Pathology*. 101: 18 – 186.

Injante Silva, Pedro. 2013. Manejo Integrado de Maíz Amarillo Duro. Perú: Agrobanco – UNALM.

Jehle, J., Lange, M., Wang, H., Hu, Z., Wang, Y., Hauschild, R. (2006). Molecular identification and phylogenetic analysis of *baculoviruses* from Lepidoptera. *Virology*. 346: 180 – 193.

Jugenheimer, Robert W. (1987). Maíz-Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas". Editorial Limusa S.A. México D.F., México.

Lagunes T., A.; Rodríguez C., M.; Domínguez R., R.1985. Plagas del maíz en la mesa central. Centro de Entomología y Acarología. México: Colegio de postgraduados.

Lecadet Dumanoir, Edein. (1994). Collection of *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus sphaericus* (classified by H serotypes). International entomopathogenic *Bacillus* Centre. Unite des Bacteries entomopathogenes. Francia.

Lechner S.; Mayr R.; Francis K.; Pruss B.; Kaplan T.; Wiessner – Gunkel, E. (1998). *Bacillus weihenstephanensis*. Int J Syst Bacteriol 48: 1373 – 82.

Levita, R. F. (2003). Comparativo agrobotánico de razas de maíz conservadas in-situ con muestras conservadas ex situ colectadas hace 25 años". Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Perú: Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco.

Liu, H. (1987). Host specific gene expression of the *baculovirus*, *Spodoptera frugiperda* nuclear polyhedrosis virus, in insect cell lines. Tesis de para optar el grado académico de doctor. Texas Tech University.

Lopez, L. (1991). Cultivos Herbáceos. Vol. 1, Cereales. España: Edit. Mundi.

Madhumathy, A.; Aivazi, A.; Vijayan, V. (2007). Larvicidal efficacy of *Capsicum annum* against *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*. Journal of Vector Borne Diseases 44: 223 – 226.

Manrique, A. (1997). El maíz en el Perú. 2<sup>da</sup> edición. Lima – Perú: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).

Mateo Box, J.M. (2005). Prontuario de agricultura: cultivos agrícolas. Madrid: Grupo Mundi – Prensa Libros S.A.

Mc Cawley, E. (1985). Cardioactive alkaloids, chemistry and physiology. USA: Ed. Manske, R. Academic Press.

Miller, L. (1997). The Viruses: The *Baculoviruses*. New York: Plenum Press.

Nakamura L. (1998). *Bacillus pseudomycoides*. Int J Syst Bacteriol 48: 1031 – 5.

Negrete Baron, Francisco; Morales Angulo, José. (2003). El gusano cogollero del maíz. CORPOICA – Universidad del Sinú. Colombia.

Núñez Sacarías de Dioses, Elizabeth Yolanda. (2014). Control Biológico. Perú: INIA – SENASA.

ONERN. (1981). Los recursos naturales del Perú. Recuperado de: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/1045>

Paliwall, H.; G. Granados; H. Lafitte y A. Vioch. (2001). El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Roma.

Pasarelli, L. (2011). Barrier to success: How *baculoviruses* establish efficient systemic infections. *Virology*. 411: 383 – 392.

Peña, M.; Castro, J.; Soto, A. (2013). Evaluación de insecticidas no convencionales para el control de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera:Aphididae) en fríjol. *Rev. U.D.CAct. & Div. Cient.* 16 (1): 131 – 138.

Poehlman, J; D, Sleper. (2003). Mejoramiento Genético de las Cosechas. Segunda Edición. México, D.F: Editorial Limusa S.A.

PRAAPERÚ. (2013). Caracterización y aptitud agroclimática de los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas, Junín, Perú.

Rahman, M., Gopinathan, K. (2003). Analysis of host specificity of two closely related *baculoviruses* in permissive and nonpermissive cell lines. *Virus Research*. 93: 13 – 23.

Revilla, P.; R. A. Malvar; M. E. Cartea; A. Butrón; A. Ordás. (2000). Inheritance of Cold Tolerance at Emergence and during Early Season Growth in Maize. *Crop Science*. Vol. 40.

Rohrmann, G. (2011). *Baculovirus* molecular biology Second edition. Ed. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US), NCBI. Accedido de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK49500/>

Ruíz F., Carlos; Cotrina O., José; De Neef Jan. (s.f). Manejo tecnificado del cultivo de maíz en la sierra. Perú: Programa Desarrollo Rural Sostenible – Cajamarca.

Salhuana, W. 2004. Diversidad y descripción de las razas de maíz en el Perú. En: Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM). Lima – Perú: UNALM.

Sánchez, A. (1997). El maíz, su cultivo y aprovechamiento. Madrid – España: Mundi Prensa.

Sarwar, Muhammad. (2015). The killer Chemical for control of agricultura insect pests: The botanical insecticides. International Journal of Chemical and Biomolecular Science. Vol (1) 3. 123 – 128.

Sevilla, R; Valdez, A. (1985). Estudio de factibilidad del cultivo de maíz morado. Fondo de Promoción y Exportación (FOPEX). Lima, Perú.

Sevilla, R. (2003). El maíz en la cultura contemporánea: El maíz "Sara-Hara" Historia y posibilidades". U. N. Ricardo Palma. Instituto de Etnobiología. N° 23.

Senamhi. (2017). Climas de Abancay. Recuperado de: <https://www.senamhi.gob.pe/>

Silvain, J.F. (1987). *Spodoptera frugiperda*. Francia: SUAD – ORSTOM

Sotelo Bravo, Imel René; Zelaya Valdivia, Juan Carlos. Evaluación de la eficacia de 5 bioplaguicidas sobre poblaciones de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) y su efecto sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Managua – Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Slack, J., Arif, B. 2006. The *baculoviruses* occlusion derived virus: virion structure and function. Advances in Virus Research. 69: 99 – 165.

Sparks N., A. 1979. A review of the biology of the fall armyworm. Fla. Entomol. 62: 82 – 87.

SÁNCHEZ V. G., SARMIENTO M. J. Y HERRERA A. J., 2004: Plagas de cultivos de caña de azúcar, maíz y arroz, Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento de entomología, Lima, 98 p.

Tapia, M.E.; Fries, A.M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. Roma: FAO – ANPE.

Tomasino Sauka, Fernad.; Leister R., T.; Dimock, M. B.; Beach R., M.; Kelly, J. L. (1995). Field performance of clavibacter XYLI Subsp Cynodontis expressing the insecticidal protein gene CRYIA (C) of *Bacillus thuringiensis* against European corn borer in field corn. 5(3): 442 – 448.

Thiem, S. (1997). Prospects for altering host range for baculovirus bioinsecticides. Current Opinion in Biotechnology. 8: 317 – 322.

Thiem, S., Cheng, X. (2009). *Baculovirus* Host Range. Virologica Sinica. 24 (5): 436 – 457.

Valdez M, Américo. (1991). Experiencias en el cultivo de maíz en el área andina. Ecuador: IICA – BID.

Velásquez, Rivera, Luis Miguel. (2015). Efecto de entomopatógenos en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) en el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Huánuco – Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

Volkman, L. 2007. *Baculovirus* infectivity and the actin cytoskeleton. *Current Drug Targets* 8: 1075 – 1083.

Wang, P., Granados, R. (2000). Calcofluor disrupts the midgut defense system in insects. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 30: 135 -143.

Wiseman B., R.; Widstrom, N. W.; McMillian W., W. (1977). Ear characteristics and mechanism of resistance among selected corn earworm. *Fla. Entomol.* 60(2): 97 – 104.

# ANEXOS





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : CARITAS ABANCAY  
 Departamento : APURIMAC  
 Distrito : CHAPIMARCA  
 Referencia : H.R. 53480-032C-16

Provincia : AYMARAES  
 Predio : COMUNIDAD SANTIAGO  
 Fecha : 15/03/16

Lab	Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables				Suma de Cationes Bases	Suma de Sat. De Bases %		
	Arena	Limo							Arcilla	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>			K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>					
1888	Oswaldo Saenz Quispe, Prof. 30 cm.		7.25	0.25	0.20	3.58	42.4	434	50	30	20	Fr.	21.28	18.61	1.62	0.87	0.18	0.00	21.28	21.28	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Lab.	Número de Muestra		B	Cu	Fe	Mn	Zn
1888	Oswaldo Saenz Quispe, Prof. 30 cm.		1.38	5.10	101.20	23.60	4.90

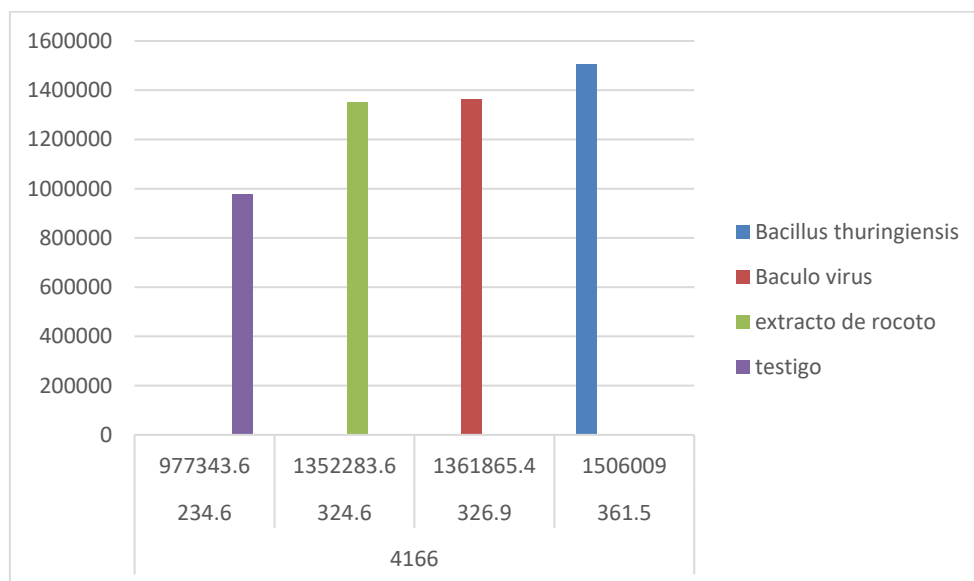
N
0.16

*García Bendejū*  
 Jefe del Laboratorio

**Anexo N° 02.. Rendimiento de maíz por tratamientos expresado en gramos.**

RENDIMIENTO DE MAIZ POR TRATAMIENTO			
TRATAMIENTO	GR / CHOCLO PROMEDIO	NUMERO DE PLANTAS	GRAMOS/HA
Bacillus thuringiensis	361.5	4166	1506009
Baculo virus	326.9	4166	1361865.4
extracto de rocoto	324.6	4166	1352283.6
testigo	234.6	4166	977343.6

**Anexo 3.** Grafico del Rendimiento de maíz por tratamientos



#### Anexo 4. Costos de producción de maíz blanco amiláceo – TESTIGO

<b>COSTO DE PRODUCCION DE MAÍZ BLANCO AMILÁCEO- CHOCLO/Ha/TESTIGO</b>				
EPOCA DE SIEMBRA :	Febrero	AREA	01 Ha	
EPOCA DE COSECHA :	Agosto	RENDIMIENTO	9775 kg/ha	
NIVEL TECNOLÓGICO :	Medio			
<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>UND. MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (S/.)</b>	<b>COSTO PARCIAL (S/.)</b>
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>A. MANO DE OBRA</b>				
<b>1. PREPARACION DEL TERRENO</b>				<b>175</b>
- Limpieza del terreno	Jornal	5	35	175
<b>2. SIEMBRA</b>				<b>420</b>
- Reselec. y desinfección de semilla	Jornal	2	35	70
- Mezcla y primer abonamiento	Jornal	5	35	175
- Distribución de semilla	Jornal	5	35	175
<b>3. LABORES CULTURALES</b>				<b>700</b>
- Primer aporque	Jornal	10	35	350
Segundo aporque	Jornal	10	35	350
<b>4. COSECHA</b>				<b>350</b>
- Corte o siega	Jornal	5	35	175
- Traslado y amontonado	Jornal	5	35	175
<b>B. MAQUINARIA Y/O TRACCION ANIMAL</b>				
<b>1. PREPARACION DEL TERRENO</b>				<b>360</b>
- Roturación o aradura	H/M	4	60	240
- Rastra (cruza)	H/M	2	60	120
<b>2. SIEMBRA</b>				<b>320</b>
- Surcado	Yunta	4	40	160
- Tapado de semilla	Yunta	4	40	160
<b>C. INSUMOS</b>				
<b>1. SEMILLA</b>				<b>600</b>
Semilla de maíz	Kg	100	6	600
<b>2. FERTILIZANTES</b>				<b>790</b>
Guano de Isla	Kg	13	55	715
Fosfato di amonico	Kg	31.25	2.4	75
<b>D. TRANSPORTE PAGOS VARIOS</b>				<b>60</b>
- Transporte de insumos	Kg	300	0.2	60
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION(S/.)</b>				<b>3775</b>

Rendimiento/Promedio U.E/kg		234.60 gr/choclo	
Rendimiento/ha/kg		9775	
Precio en Chacra		S/.3.40	
Ingreso Bruto		S/.33,235.00	
Costo de Producción		S/.3,775.00	
Ingreso Neto		S/.29,460.00	

**Anexo 5. Costo de Producción de Maíz Amiláceo con Tratamiento de *Basillus thuringensis* en el Control de *Spodopora frugiperda*.**

COSTO DE PRODUCCION DE MAÍZ BLANCO AMILÁCEO- CHOCLO/Ha/ <i>Basillus thuringensis</i>				
EPOCA DE SIEMBRA :	Febrero	AREA	01 Ha	
EPOCA DE COSECHA :	Agosto	RENDIMIENTO :	15062.5 kg/ha	
NIVEL TECNOLÓGICO :	Medio			
ESPECIFICACIONES	UND. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO PARCIAL (S/.)
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>A. MANO DE OBRA</b>				
<b>1. PREPARACION DEL TERRENO</b>				<b>175</b>
- Limpieza del terreno	Jornal	5	35	175
<b>2. SIEMBRA</b>				<b>420</b>
- Reselec. y desinfección de semilla	Jornal	2	35	70
- Mezcla y primer abonamiento	Jornal	5	35	175
- Distribución de semilla	Jornal	5	35	175
<b>3. LABORES CULTURALES</b>				<b>700</b>
- Primer aporque	Jornal	10	35	350
Segundo aporque	Jornal	10	35	350
<b>4. COSECHA</b>				<b>350</b>
- Corte o siega	Jornal	5	35	175
- Traslado y amontonado	Jornal	5	35	175
<b>B. MAQUINARIA Y/O TRACCION</b>				
<b>ANIMAL</b>				
<b>1. PREPARACION DEL TERRENO</b>				<b>360</b>
- Roturación o aradura	H/M	4	60	240
- Rastra (cruza)	H/M	2	60	120
<b>2. SIEMBRA</b>				<b>320</b>
- Surcado	Yunta	4	40	160
- Tapado de semilla	Yunta	4	40	160
<b>C. INSUMOS</b>				
<b>1. SEMILLA</b>				<b>600</b>
Semilla de maíz	Kg	100	6	600
<b>2. FERTILIZANTES</b>				<b>790</b>
-Guano de Isla	Kg	13	55	715
Fosfato di amonico	Kg	31.25	2.4	75
<b>3. BIOCONTROLADORES</b>				<b>120</b>
<i>Basillus Thuringiensis</i>	Kg	1	120	120
<b>D. TRANSPORTE PAGOS VARIOS</b>				<b>60</b>
- Transporte de insumos	Kg	300	0.2	60
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (S/.)</b>				<b>3895</b>

Rendimiento/Promedio U.E/kg		361.50 gr/choclo	
Rendimiento/ha/kg		15062.5	
Precio en Chacra		S/.3.40	
Ingreso Bruto		S/.51,212.50	
Costo de Producción		S/.3,895.00	
Ingreso Neto		S/.47,317.50	

**Anexo 6. Costo de Producción de Maíz Amiláceo con Tratamiento de *Baculo virus* en el control de *Spodopora frugiperda*.**

<b>COSTO DE PRODUCCION DE MAÍZ BLANCO AMILÁCEO - CHOCLO/Ha/Baculovirus</b>				
EPOCA DE SIEMBRA :	Febrero	AREA	01 Ha	
EPOCA DE COSECHA :	Agosto	RENDIMIENTO :	13620.80 kg/ha	
NIVEL TECNOLÓGICO :	Medio			
<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>UND. MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (S/.)</b>	<b>COSTO PARCIAL (S/.)</b>
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>A. MANO DE OBRA</b>				
<b>1. PREPARACION DEL TERRENO</b>				<b>175</b>
- Limpieza del terreno	Jornal	5	35	175
<b>2. SIEMBRA</b>				<b>420</b>
- Reselec. y desinfección de semilla	Jornal	2	35	70
- Mezcla y primer abonamiento	Jornal	5	35	175
- Distribución de semilla	Jornal	5	35	175
<b>3. LABORES CULTURALES</b>				<b>700</b>
- Primer aporque	Jornal	10	35	350
Segundo aporque	Jornal	10	35	350
<b>4. COSECHA</b>				<b>350</b>
- Corte o siega	Jornal	5	35	175
- Traslado y amontonado	Jornal	5	35	175
<b>B. MAQUINARIA Y/O TRACCION</b>				
<b>ANIMAL</b>				
<b>1. PREPARACION DEL TERRENO</b>				<b>360</b>
- Roturación o aradura	H/M	4	60	240
- Rastra (cruza)	H/M	2	60	120
<b>2. SIEMBRA</b>				<b>320</b>
- Surcado	Yunta	4	40	160
- Tapado de semilla	Yunta	4	40	160
<b>C. INSUMOS</b>				
<b>1. SEMILLA</b>				<b>600</b>
Semilla de maíz	Kg	100	6	600
<b>2. FERTILIZANTES</b>				<b>855</b>
-Guano de Isla	Saco	13	60	780
Fosfato di amonico	Kg	31.25	2.4	75
<b>3. BIOCONTROLADORES</b>				<b>70</b>
<i>Vaculo virus</i>	Kg	1	70	70
<b>D. TRANSPORTE PAGOS VARIOS</b>				<b>60</b>
- Transporte de insumos	Kg	300	0.2	60
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION (S/.)</b>				<b>3850</b>

Rendimiento/Promedio U.E/kg		326.90 gr/choclo	
Rendimiento/ha/kg		13620.8	
Precio en Chacra		S/.3.40	
Ingreso Bruto		S/.46,310.72	
Costo de Producción		S/.3,850.00	
Ingreso Neto		S/.42,460.72	

**Anexo 7. Costo de Producción de Maíz Amiláceo con tratamiento de Extracto de Rocoto en el control de *Spodopora frugiperda*.**

<b>COSTO DE PRODUCCION DE MAÍZ BLANCO AMILÁCEO/extracto de rocoto</b>				
EPOCA DE SIEMBRA :	Febrero	AREA	01 Ha	
EPOCA DE COSECHA :	Agosto	RENDIMIENTO :	13520 kg/Ha	
NIVEL TECNOLÓGICO :	Medio			
<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>UND. MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (S/.)</b>	<b>COSTO PARCIAL (S/.)</b>
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>A. MANO DE OBRA</b>				
<b>1. PREPARACION DEL TERRENO</b>				
- Limpieza del terreno	Jornal	5	35	175
<b>2. SIEMBRA</b>				
- Reselec. y desinfección de semilla	Jornal	2	35	70
- Mezcla y primer abonamiento	Jornal	5	35	175
- Distribución de semilla	Jornal	5	35	175
<b>3. LABORES CULTURALES</b>				
- Primer aporque	Jornal	10	35	350
Segundo aporque	Jornal	10	35	350
<b>4. COSECHA</b>				
- Corte o siega	Jornal	5	35	175
- Traslado y amontonado	Jornal	5	35	175
<b>B. MAQUINARIA Y/O TRACCION</b>				
<b>ANIMAL</b>				
<b>1. PREPARACION DEL TERRENO</b>				
- Roturación o aradura	H/M	4	60	240
- Rastra (cruza)	H/M	2	60	120
<b>2. SIEMBRA</b>				
- Surcado	Yunta	4	40	160
- Tapado de semilla	Yunta	4	40	160
<b>C. INSUMOS</b>				
<b>1. SEMILLA</b>				
Semilla de maíz	Kg	100	6	600
<b>2. FERTILIZANTES</b>				
Guano de isla	Saco	3	55	165
Fosfato di amonico	Kg	31.25	2.4	75
<b>3. BIOCONTROLADORES</b>				
extracto de rocoto	Kg	1	3.6	3.6
<b>D. TRANSPORTE PAGOS VARIOS</b>				
- Transporte de insumos	Kg	300	0.2	60
<b>TOTAL COSTOS DDE PRODUCCION (S/.)</b>				<b>3228.6</b>

Rendimiento/Promedio U.E/kg		324.60 gr/choclo	
Rendimiento/ha/kg		13520	
Precio en Chacra		S/.3.40	
Ingreso Bruto		S/.45,968.00	
Costo de Producción		S/.3,228.60	
Ingreso Neto		S/.42,739.40	

**Anexo 8.** Evaluación de mortandad de larvas

TRATAMIENTO	BLOQUE	NÚMERO DE LARVAS ANTES DE LA APLICACIÓN	NÚMERO DE LARVAS MUERTAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN	NÚMERO DE LARVAS ANTES DE LA APLICACIÓN	NÚMERO DE LARVAS MUERTAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN	NÚMERO DE LARVAS ANTES DE LA APLICACIÓN	NÚMERO DE LARVAS MUERTAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN
		20 días - 30 días		30 días - 40 días		40 días - 50 días	
Extracto de rocoto	<b>I</b>	25	5	20	6	14	4
Baculovirus		21	4	17	6	11	4
<i>Bacillus thuringiensis</i>		19	6	13	7	6	6
Testigo		27	3	24	4	20	3
Extracto de rocoto	<b>II</b>	23	5	18	5	13	5
Baculovirus		19	3	16	6	10	4
<i>Bacillus thuringiensis</i>		15	6	9	5	4	4
Testigo		27	5	22	3	19	3
Extracto de rocoto	<b>III</b>	18	3	15	4	11	4
Baculovirus		16	3	13	4	9	4
<i>Bacillus thuringiensis</i>		14	5	9	6	3	3
Testigo		25	3	22	3	19	5
Extracto de rocoto	<b>IV</b>	21	3	18	4	14	4
Baculovirus		19	4	15	5	10	5
<i>Bacillus thuringiensis</i>		15	4	11	7	4	4
Testigo		25	3	22	3	19	3

**Anexo 9.** Determinación del porcentaje de eficacia en el control de larvas de cogollero

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE MORTANDAD	PORCENTAJE DE MORTANDAD	PORCENTAJE DE MORTANDAD
	20 días - 30 días	30 días - 40 días	40 días - 50 días
Extracto de rocoto	10.00	16.00	60.78
<i>Baculovirus</i>	8.93	22.35	72.55
<i>Bacillus thuringiensis</i>	23.03	44.62	100.00
Testigo			
Extracto de rocoto	11.96	13.33	62.35
<i>Baculovirus</i>	5.26	25.00	76.47
<i>Bacillus thuringiensis</i>			
Testigo			
Extracto de rocoto	6.25	12.00	58.82
<i>Baculovirus</i>	8.59	16.92	70.59
<i>Bacillus thuringiensis</i>	27.68	60.00	100.00
Testigo			
Extracto de rocoto	3.57	6.67	41.18
<i>Baculovirus</i>	11.18	20.00	76.47
<i>Bacillus thuringiensis</i>	17.50	56.36	100.00
Testigo			



## PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía N°1. Propuesta de la tesis a la comunidad de Santiago.



Fotografía N°2. Instalación de las parcelas experimentales con los agricultores de la comunidad campesina de Santiago





Fotografía N°3. Desarrollo de la planta de maíz, etapa V2



Fotografía N°4. Evaluación de las plantas de maíz





Fotografía N°5. Riego de las parcelas experimentales.



Fotografía N° 6. Control fitosanitario (aplicación de los tratamientos) del cultivo de maíz



Fotografía N°7. Supervisión de la Asesora de tesis – Ing. Rosa Marrufo Montoya.



Fotografía 8. Evaluación de parámetros productivos (mazorca).