



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFICACIA DEL NEEM Y ACEITE VEGETAL PARA EL
CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE
MAÍZ (*Zea mays*)**

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTOR
ALMEIDA SANISACA JUAN CARLOS**

**TUTOR
ING. ARNALDO BARRETO**

MILAGRO – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. BARRETO MACÍAS ARNALDO**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFICACIA DEL NEEMY ACEITE VEGETAL PARA EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)**, realizado por el estudiante **ALMEIDA SANISACA JUAN CARLOS**; con cédula de identidad **N°0705468460** de la carrera **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. BARRETO MACÍAS ARNALDO

Milagro, 11 de junio del 2019



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “**EFICACIA DEL NEEMY ACEITE VEGETAL PARA EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)**”, realizado por el estudiante **ALMEIDA SANISACA JUAN CARLOS**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

**Ing. Martínez Alcívar Fernando, M.Sc.
PRESIDENTE**

**Ing. Colón Cruz Romero, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Barreto Macías Arnaldo, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

Milagro, 11 de junio del 2019

Dedicatoria

Dedico este logro en primer lugar a Dios, a mis padres y al Licdo. Lenin Quinde por la ayuda que me han dado desde el principio de este proceso de aprendizaje.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios y a la Universidad Agraria del Ecuador por el aprendizaje que obtuve durante estos cinco años de estudio. A mis padres por la constancia y el apoyo moral diariamente.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **ALMEIDA SANISACA JUAN CARLOS**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EFICACIA DEL NEEM Y ACEITE VEGETAL PARA EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)”** para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 11 de junio del 2019

ALMEIDA SANISACA JUAN CARLOS
C.I. 0705468460

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de autoría intelectual	6
Índice general.....	7
Índice de tablas.....	10
Índice de figuras	11
1 Introducción	14
1.1 Antecedentes del problema	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	15
1.2.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2.2 Formulación del problema.....	16
1.3 Justificación de la investigación.....	16
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	17
1.6 Objetivos específicos	17
1.7 Hipótesis.....	17
2 Marco teórico	18
2.1 Estado del arte.....	18
2.2 Bases teóricas	19
2.2.1 Cultivo de maíz.....	19
2.2.2 Morfología y taxonomía del maíz.....	21

2.2.3 Ciclo vegetativo del maíz	21
2.2.4 Plagas en maíz	22
2.2.5 Biología y Ecología de la plaga.....	23
2.2.5.1 <i>Plantas hospedantes</i>	23
2.2.5.2 <i>Características biológicas</i>	23
2.2.5.3 <i>Dinámica poblacional</i>	25
2.2.5.4 <i>Daños</i>	26
2.2.5.5 <i>Umbral económico</i>	26
2.2.6 Métodos de control.....	27
2.2.6.1 <i>Rotaciones y policultivos</i>	28
2.2.6.2 <i>Uso de parasitoides</i>	28
2.2.6.3 <i>Uso de bioplaguicidas</i>	29
2.2.6.4 <i>Plaguicidas químicos</i>	29
2.2.6.5 <i>Enemigos naturales</i>	30
2.3 Marco legal	32
3 Materiales y métodos.....	33
3.1 Enfoque de la investigación	33
3.1.1 Tipo de investigación	33
3.1.2 Diseño de investigación	33
3.2 Metodología	33
3.2.1 Variables	33
3.2.1.1 <i>Variable independiente</i>	33
3.2.1.2 <i>Variable dependiente</i>	34
3.2.1.2.1 <i>Número de larvas/planta</i>	34
3.2.1.2.2 <i>Número de larvas clasificadas del insecto/planta</i>	34

3.2.1.2.3 Porcentaje de plantas atacadas %	34
3.2.1.2.4 Altura de la planta (m)	34
3.2.1.2.5 Número de mazorcas/parcela útil	34
3.2.1.2.6 Longitud de mazorca (cm)	34
3.2.1.2.7 Peso de mazorca/parcela útil (kg)	35
3.2.1.2.8 Rendimiento (kg/ha)	35
3.2.2 Tratamientos	35
3.2.3 Diseño experimental	36
3.2.4 Recolección de datos	36
3.2.4.1 Recursos	36
3.2.4.2 Métodos y técnicas	37
3.2.5 Análisis estadístico	37
4 Resultados	38
4.1 Variables relacionadas al insecto	38
4.2 Variables agronómicas	39
5 Discusión	40
6 Conclusiones	41
7 Recomendaciones	42
8 Bibliografía	43
9. Anexos	53

Índice de tablas

Tabla 1: Descripción de los tratamientos.....	35
Tabla 2. Características de la parcela.....	36
Tabla 1: Análisis de varianza.....	37
Tabla 4. Variables relacionadas al insecto.....	38
Tabla 5. Variables agronómicas.....	39
Tabla 6. Número de larvas/planta.....	53
Tabla 7. Análisis de varianza Número de larvas/planta.....	53
Tabla 8. Número de larvas pequeñas.....	54
Tabla 9. Análisis de varianza Número de larvas pequeñas.....	54
Tabla 10. Número de larvas medianas.....	55
Tabla 11. Análisis de varianza Número de larvas medianas.....	55
Tabla 12. Número de larvas grandes.....	56
Tabla 13. Análisis de varianza Número de larvas grandes.....	56
Tabla 14. Porcentaje de plantas atacadas %.....	57
Tabla 15. Análisis de varianza Porcentaje de plantas atacadas %.....	57
Tabla 16. Altura de la planta (m).....	58
Tabla 17. Análisis de varianza Altura de la planta (m).....	58
Tabla 18. Número de mazorcas/parcela útil.....	59
Tabla 19. Análisis de varianza Número de mazorcas/parcela útil.....	59
Tabla 20. Longitud de mazorca (cm).....	60
Tabla 21. Análisis de varianza Longitud de mazorca (cm).....	60
Tabla 22. Peso de mazorca/parcela útil (kg).....	61
Tabla 23. Análisis de varianza Peso de mazorca/parcela útil (kg).....	61
Tabla 24. Rendimiento (kg/ha).....	62
Tabla 25. Análisis de varianza Rendimiento (kg/ha).....	62
Tabla 26. Análisis económico.....	63

Índice de figuras

Figura 1. Estado fenológico de la planta.....	64
Figura 2. Separación de parcelas útiles.....	64
Figura 3. Evaluación de la altura de la planta.....	65
Figura 4. Identificación de parcelas útiles.....	65
Figura 5. Presentación de los productos a utilizar.....	66
Figura 6. Aplicación de los productos en las parcelas útiles.....	66
Figura 7. Indicaciones del tutor sobre el cultivo.....	67
Figura 8. Visita técnica del tutor.....	67
Figura 9. Cosecha de las parcelas.....	68

Resumen

La explotación masiva en grandes extensiones crea condiciones propicias para que la plaga se reproduzca y disemine con mayor facilidad. Durante muchos años, para reducir los efectos nocivos de *S. frugiperda*, se ha dependido del uso de insecticidas químicos, los que son asperjados o espolvoreados; en muchas ocasiones las efectividades han sido bajas, debido a que estas se han realizado pasado el momento crítico de la plaga y la etapa fenológica. Este trabajo de investigación en relación al uso de controladores biológicos para el manejo de los principales insectos plaga que afectan al cultivo maíz, tiene como objetivo general el evaluar la eficacia del neem y aceite vegetal en emulsión para el control de los principales insectos plaga en el cultivo de maíz (*Zea maíz L*). Se realizó un estudio experimental porque la investigación demostró que el control de insectos plaga en el cultivo de maíz con el uso de productos biológicos ayudo a reducir. En este trabajo se llevó a cabo un diseño de Diseño de Bloques Completos al Azar, donde se formó veinte parcelas experimentales, con una dimensión de 8 x 5 m cada una de ellas correspondiente a cinco tratamientos y cuatro repeticiones. El efecto de cada tratamiento en la valoración de la presencia de larvas en la planta no hubo presencia de diferencia significativa; al realizar el conteo total de larvas por plantas, aun sin diferencia significativas la menor presencia de estas se pudo observar en el tratamiento tres y cuatro consistiendo en la aplicación de aceite de neem (Neem x) y el testigo comercial (Lorsban) con dosis de 1.5 lt/ha- 0.75 lt/ha cuyo promedio fue de 4,0%.

Palabras claves: *Zea mays*, aceite de neem, Lorsban, *Spodoptera frugiperda*

Abstract

The massive exploitation in large areas creates favorable conditions for the plague to reproduce and disseminate more easily. For many years, to reduce the harmful effects of *S. frugiperda*, it has depended on the use of chemical insecticides, those that are sprinkled or sprinkled; in many occasions the effectiveness has been low, because they have been carried out past the critical moment of the plague and the phenological stage. This research work in relation to the use of biological controllers for the management of the main pest insects that affect the maize crop (*Zea mays*), has as general objective the evaluation of the effectiveness of the neem and vegetable oil in emulsion for the control of the main ones, plague insects in the corn crop. An experimental study was carried out because the research showed that the control of insect pests in the cultivation of corn with the use of biological products helped to reduce. In this work we carried out a design that was used in this work was a Design of Random Complete Blocks, where twenty experimental plots were formed, with a dimension of 8 x 5 m each corresponding to five treatments and four repetitions, The effect of each treatment on the assessment of the presence of larvae in the plant was no significant difference; when the total count of larvae by plants was made, even without significant difference the lower presence of these could be observed in treatment three and four, consisting of the application of neem oil (Neem x) and the commercial control (Lorsban) with doses of 1.5 lt / ha- 0.75 lt / ha whose average was 4.0%.

Keywords: *Zea mays*, neem oil, Lorsban, *Spodoptera frugiperda*

1 Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El maíz constituye uno de los principales alimentos cultivados en el mundo. Su uso no solo se centra en la alimentación humana sino que forma parte de la alimentación animal por sí mismo o constituyendo un ingrediente muy importante en la composición de piensos para cerdos, aves y vacas. Los tallos de maíz una vez separada la mazorca, se pueden utilizar como forraje (MAGAP, 2014).

En el maíz, además de sus granos, se extrae harina para la confección de pan de maíz, de torta de maíz, arepas, u otros productos de repostería. También se obtiene aceite de uso alimentario o para la Industria de fabricación de pinturas o jabón (Beltrán, 2014).

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz constituye la plaga más importante del cultivo de maíz en diferentes países, las pérdidas que esta ocasiona son cuantiosas, pudiendo reducir los rendimientos en 0,8 t/ha de maíz seco, lo que equivale al 40% de la producción (Ayuayo, 2018).

Diferentes aspectos deberán ser mejorados para elevar los rendimientos, entre ellos el Manejo Integrado de los insectos plaga, ya que constituyen uno de los más importantes y apremiantes (INEC, 2014)

El control biológico tiene como estrategia fundamental la conservación de hábitats para generar servicios ambientales que beneficien los cultivos, por lo que de manera indirecta resulta un claro método de conservación de áreas naturales o áreas con alta calidad de hábitat para especies nativas (Montenegro, 2016)

Adicionalmente, estos estudios proponen alternativas a la aplicación química en cultivos, buscando de esta manera la disminución de la contaminación en zonas rurales. También ofrecen alternativas que permitan a los productores reducir los

costos de producción a mediano y largo plazo ya que, al incorporar una visión a mayor escala que tenga en cuenta los procesos que suceden en el paisaje, especialmente lo relacionado con los procesos ecológicos que ocurren y que pueden beneficiar al cultivo, se promueve la sostenibilidad y mayor estabilidad del agroecosistema (MAGAP, 2013).

Uno de los productos de consumo más cotizados y necesario tanto, para el hombre como alimento para criar animales es el maíz, que se ha ido beneficiando con el desarrollo de la tecnología, innovación y con la elaboración de biocombustibles (bio etanol) se ha modificado el destino de la producción de este cereal causando una serie de problemas como es el bajo abastecimiento para la producción de balanceados y otros subproductos (FAO, 2017).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Múltiples estudios han mostrado los beneficios ambientales, económicos y productivos que se pueden generar al incluir el control biológico en los cultivos. Esto se debe principalmente a que la presencia de hábitats naturales favorece factores bióticos y abióticos que pueden afectar negativamente las plagas. El cultivo del maíz ha adquirido en estos últimos años, mayor importancia, tanto en la Costa como en la Sierra del país, por su demanda en la alimentación del hombre y del ganado. Uno de los problemas serios que afronta constantemente este cultivo, es el ataque del "Cogollero" *Spodoptera frugiperda*, cuyo control químico no sólo incrementa el costo de producción, sino que además es peligroso para la salud humana y animal, por lo que sería deseable encontrar otros medios de control más baratos e inocuos.

La explotación masiva en grandes extensiones crea condiciones propicias para que la plaga se reproduzca y disemine con mayor facilidad. Durante muchos años, para reducir los efectos nocivos de *S. frugiperda*, se ha dependido del uso de insecticidas químicos, los que son asperjados o espolvoreados; en muchas ocasiones las efectividades han sido bajas, debido a que estas se han realizado pasado el momento crítico de la plaga y la etapa fenológica más apropiada del cultivo o después que los daños son irreversibles; incluso se ha pretendido aminorarla cuando prácticamente el cultivo alcanza un tamaño que imposibilita la entrada de las máquinas al campo.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál fue el efecto que se obtuvo mediante el control biológico a la plaga *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz?

1.3 Justificación de la investigación

El control de plagas con productos químicos es cada vez más complicado. La exigencia por los consumidores en la reducción de la aplicación de estos productos es cada vez más notable. Los productos agroquímicos no siempre dan buenos resultados, por lo que, se presta hoy día, mucha importancia al control biológico. El empleo de los productos químicos, trae consigo muchos inconvenientes, existen varios tipos todos ellos muy utilizados en agricultura, tanto para combatir plagas, enfermedades, malas hierbas, etc.

La presente propuesta proporcionó nuevas alternativas de control del gusano cogollero en la producción de maíz, una de ellas es utilizando un insecticida (Neem) con aceite vegetal, esperando que la aplicación garantice un menor impacto ambiental. Por ello es importante no solo buscar controlar el gusano cogollero sino mejorar la productividad de cultivo de maíz, trabajando de manera conjunta con

productores y técnicos de la zona. Además se espera obtener varios beneficios, uno de ellos y quizás el más importante, es neutralizar los daños que causan los gusanos cogolleros.

1.4 Delimitación de la investigación

El trabajo de investigación en relación al uso de controladores biológicos para el manejo de los principales insectos plaga que afectan al cultivo maíz (*Zea mays*), el ensayo se lo realizó en un periodo de cinco meses. El trabajo se lo efectuó en la Hacienda El Rosal ubicado en el cantón Naranjal, Recinto Villanueva, donde se estableció el cultivo de maíz para efectuar la respectiva aplicación de controladores biológicos para las plagas que afectan a la plantación.

1.5 Objetivo general

Evaluar la eficacia del neem y aceite vegetal en emulsión para el control de los principales insectos plaga en el cultivo de maíz (*Zea maíz L*).

1.6 Objetivos específicos

- Valorar la presencia y daño ocasionado por la plaga motivo del estudio, antes y después de la aplicación de los tratamientos.
- Determinar las características agronómicas en el cultivo como respuesta a la aplicación de los tratamientos.
- Describir el costo de los tratamientos en estudio mediante la determinación de la rentabilidad de los diferentes tratamientos

1.7 Hipótesis

El uso de los productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* ayudó a mejorar el nivel de vida de los agricultores, reduciendo el costo de producción, siendo este preparado (Neem – x) un producto ecológico para sustituir el uso de químico que controla esta plaga.

2 Marco teórico

2.1 Estado del arte

Chango (2013), menciona que los plaguicidas sintéticos han sido utilizados durante muchos años en la producción agrícola ocasionando serios problemas en la salud y el ambiente, contaminando suelos y aguas, problemas con intoxicaciones efectos adversos en la flora y aumento en los costos de producción, etc. pág. 16.

Los últimos 10 años en Europa y los Estados Unidos, se han desarrollado productos nuevos y métodos alternativos para combatir plagas y enfermedades. En América Latina la disponibilidad de estos productos es muy limitada y los pocos productos que se consiguen son importados, tanto la producción como la comercialización de los productos alternativos están en la fase de desarrollo y su uso es aún incipiente (Duran, 2014).

Reportando más de 2000 especies de plantas con propiedades insecticidas que permiten su empleo como plaguicidas naturales en la agricultura, muchos metabólicos con características de un género y hasta de una sola especie por lo cual es posible que numerosos compuestos potencialmente útiles sean desconocidos hasta la presente (Brechelt, 2014).

Coveña (2015) Menciona. “La novedad y actualidad científica, la constituyen estudios para la preparación artesanal y valoración de la eficacia de insecticidas botánicos sobre insectos nocivos y la presencia de agentes benéficos en los cultivos”.

Figueroa (2017) señala “Las sustancias activas de algunas plantas tienen efectos sobre las plagas causan repulsión en los depredadores, además estos se pueden descomponer rápidamente, al mismo tiempo nutrir y fortalecer las plantas las cuales adquieren mayor resistencia a las plagas y enfermedades” (pág. 32).

Chango (2013) explica. “El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es la principal insecto-plaga del maíz y las larvas se alimentan de las hojas dentro del cogollo, las espigas y mazorcas logrando reducir los rendimientos de este cultivo entre un 30 – 60%” (pág. 10).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cultivo de maíz

Históricamente en el país se ha manejado la cifra de 250.000 hectáreas, aproximadamente. El año pasado se reportaron 214.000 hectáreas sembradas; lamentablemente el hectareaje tiene tendencia a la baja y se estima que en este año tendremos 153.000 hectáreas, de las cuales el 50% se ubica en la provincia de Los Ríos, 40% en Manabí y el resto en Guayas (Toalombo, 2013).

El 90% de la siembra de maíz tiene lugar en invierno. En la época de verano se sembraron 16.000 hectáreas con un promedio más bajo de lo normal, que llegó a 1.82 toneladas por hectárea. En 1998, por causa del fenómeno de El Niño las hectáreas sembradas rebajaron a 56.000, y desde esa época lentamente se han ido recuperando (Rodríguez, 2014).

El maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, tanto por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia, como también por constituir la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, muy en particular, a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario (Ojeda, 2018).

En efecto, “la producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70%) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las

exportaciones (22%) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas” (Acosta, 2016).

Existen múltiples estudios en América en torno al control biológico de *S. frugiperda* efectuados realizar en agroecosistemas de maíz y enfocados principalmente al grupo de los parasitoides. A pesar que el control biológico, la diversidad de enemigos naturales y la presencia de algunos insectos benéficos puede variar según el cultivo en el que se haya realizado el estudio, esta información otorga datos clave sobre los enemigos naturales potenciales y el control natural que estos insectos benéficos y patógenos pueden ejercer sobre *S. frugiperda* (Montes, Compartiendo mi opinión, 2014).

Hymenoptera y Diptera son los órdenes que presentan el mayor número de especies parasitoides del gusano cogollero. Se han reconocido específicamente unas especies con alto parasitismo a *S. frugiperda*. Entre ellas se resalta *Lespesia* sp., *Archytas mormoratus* (Towsend), *Apantele marginiventris* (Cresson), *Campoletis* sp. (Ortega, 2015).

En el caso de los depredadores la gran mayoría son polípagos generalistas por lo que el número de especies potenciales del gusano cogollero puede llegar a ser muy alto. Prácticamente todos los órdenes tienen depredadores, sin embargo los de mayor importancia son: Orthoptera, Dermaptera, Hemiptera (principalmente las familias Anthocoridae, Pentatomidae y Reduviidae), Coleoptera (principalmente Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae), Diptera (Syrphidae), Hymenoptera (Formicidae, Vespidae y Sphecidae) Odonata y en Arácnida el orden Araneae (Llanos, 2013).

2.2.2 Morfología y taxonomía del maíz

El maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas. Se trata pues de un cereal, el sistema radicular del maíz es fasciculado, de gran potencia y de rápido desarrollo. El tallo puede elevarse a alturas de hasta 4 m, e incluso más en algunas variedades. Las hojas son anchas y abrazadoras. La planta es diclina y monoica. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le suele llamar mazorca (Espinoza, 2013).

Las flores masculinas aparecen en la extremidad del tallo y están agrupadas en panículas. Son llamadas vulgarmente por los agricultores “penachos” o “plumeros”, y algunas veces también “pendones” (Gordón, 2016).

La mazorca “está formada por una parte central llamada zuro; también es conocida por los agricultores por diferentes nombres como “corazón” o “pirulo”. El zuro representa del 15 al 30% del peso de la espiga. El grano se dispone en hileras longitudinales, teniendo cada mazorca varios centenares (Fajardo, 2015).

2.2.3 Ciclo vegetativo del maíz

Nascencia: comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptero, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días (Ríos, 2014).

Crecimiento: una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nacencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas (Salvatierra, 2013).

Floración: a los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este

momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos (García, 2015).

Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias (Givology, 2015).

Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño (INIAP, 2013).

Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón (Ferraguti, 2014).

Maduración y secado: hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad (Brueland, 2013).

A medida que va perdiendo la humedad se va aproximando el grano a su madurez comercial, influyendo en ello más las condiciones ambientales de temperatura, humedad ambiente, etc., que las características varietales (Oñate, 2016).

2.2.4 Plagas en maíz

Durante muchos años, para reducir los efectos nocivos de *S. frugiperda*, se ha dependido del uso de insecticidas químicos, los que son asperjados o

espolvoreados; en muchas ocasiones las efectividades han sido bajas, debido a que estas se han realizado pasado el momento crítico de la plaga y la etapa fenológica más apropiada del cultivo o después que los daños son irreversibles; incluso se ha pretendido aminorarla cuando prácticamente el cultivo alcanza un tamaño que imposibilita la entrada de las máquinas al campo (Mendoza, Descripción del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), 2013).

Esta plaga se encuentra distribuida en toda América, siempre que se den las condiciones ambientales adecuadas puede llegar a devastar todo el cultivo (Mendoza, Comisión para la protección integrado de cultivos, 2014).

2.2.5 Biología y Ecología de la plaga

2.2.5.1 Plantas hospedantes

Las orugas de *S. frugiperda* son polífagas y se encuentran en más de 80 especies de 23 familias pero atacan principalmente gramíneas como el maíz y mijo; no obstante se ha detectado en los cultivos de frijol, tomate, maní, soya, cebolla, alfalfa, col, eucalipto, gladiolo, pepino, tabaco, espinaca, nabo y algodón (Metzler, 2017).

2.2.5.2 Características biológicas

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura algo maculada, las hembras tienen alas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos llamativos en las alas delanteras, y las traseras son blancas (Alvarez, 2016).

Las hembras depositan los huevos corrientemente durante las primeras horas de la noche, tanto en el haz como en el envés de las hojas, estos son puestos en varios grupos o masas cubiertas por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo. Una hembra puede poner como promedio 1000 huevecillos en grupos

de 10 a 350 en cada puesta, las larvas nacen a los tres días o menos, cuando la temperatura es elevada ($> 25^{\circ}\text{C}$) (Casmuz, 2013).

Las larvas al nacer se alimentan del corean, más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta o a las vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo, su color varía según el alimento pero en general son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales; en el dorso se distingue una banda negra más ancha hacia el costado y otra parecida pero amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue una "Y" blanca invertida (Pioneer, 2013).

Las larvas pasan por 6 ó 7 estadios, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de lucha los dos primeros; en el primero estas miden hasta 2-3 mm y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10 mm y la cabeza es carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 mm en su último estadio. A partir del tercer estadio se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se desvaina (Sosa, 2014).

Las pupas son de color caoba y miden 26 mm; esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta 8-10 días que emerge el adulto. La mayor limitante en la producción de cultivos de maíz en Ecuador, como en muchas partes del mundo, son las plagas. Por esta razón, el maíz es el cultivo con mayor aplicación de insecticidas en el mundo. Entre las principales plagas se encuentra el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (*J. E. Smith*) (Lepidóptera: Noctuidae), especie considerada de importancia económica por los graves daños que ocasiona a la planta (Cevallos, 2015).

Los daños que esta plaga genera en el maíz se deben a su acción defoliadoras, aunque también actúa como trozador y puede atacar la mazorca. El ataque al cultivo lo realiza únicamente en el estadio de larva (Pioneer, 2015).

El control del gusano cogollero está determinado principalmente por medidas de tipo químico y cultural, dejando a un lado métodos alternativos como el control biológico. Este tipo de control puede llegar a ser muy efectivo si se implementa correctamente; esto implica tomar medidas de conservación, planificación de agroecosistemas y diseño del paisaje de tal manera que se promueva el aumento en la diversidad de enemigos naturales (Arredondo, 2016).

De los agentes potenciales en el control biológico, los depredadores y parasitoides son catalogados como los de mayor eficacia. Desafortunadamente, estos agentes son los que se han visto más afectados por la simplificación ambiental de los agroecosistemas (monocultivos) y la utilización de productos químicos para la protección de cultivos (Sillon, 2013).

El interés por el control biológico y el conocimiento de la dinámica de población de las plagas y de sus enemigos naturales han generado múltiples investigaciones en los últimos insectos benéficos. Los estudios se han enfocado primordialmente el efecto de vegetación nativa, sin embargo los cultivos de tipo perenne también pueden influir de manera positiva (Sillon, 2013) b.

2.2.5.3 Dinámica poblacional

En condiciones climáticas *S. frugiperda* está presente en cualquier época de siembra, en las realizadas en períodos de cambios estacionarios de seca a lluvia o viceversa, se manifiestan incrementos sustanciales de la plaga, causando pérdidas considerables, así como el establecimiento de estas para siembras posteriores (Díaz, 2018).

En siembras realizadas en diferentes meses del año la influencia de los factores climáticos (temperatura máxima, mínima y media, humedad relativa y precipitaciones) y fenología del cultivo sobre el desarrollo de la plaga; se pudo

apreciar que tiene una relación directa con esta. El incremento de la plaga se enmarca en la fase de crecimiento vegetativo hasta los 35-40 días de emergido el cultivo. El aumento de la temperatura media resulta favorable también para el desarrollo de esta (Jones, 2014).

2.2.5.4 Daños

Durante las etapas de crecimiento vegetativo del maíz, las larvas consumen principalmente las hojas que indirectamente afectan el rendimiento del cultivo, reduciendo el área fotosintética de estas; el ataque a plantas pequeñas, daña o destruye el tejido meristemático, ocasionando reducción de la población de plantas o modificación de su arquitectura (Chávez, 2015).

En estudios cuantitativos sobre la selectividad de la plaga contra la planta de maíz, se ha demostrado el daño en etapa de crecimiento a las 5, 8 y 13 hojas, las pérdidas son de 26,26 y 20% respectivamente; cuando el ataque se produce en etapas más tempranas el daño puede ser mayor, ya que las plantas no pueden recuperarse (Bustamante, 2014).

2.2.5.5 Umbral económico

Las observaciones comienzan cuando las plantas tienen de 1 a 2 hojas en un total de 25 plantas/ha y 6 plantas más por cada ha adicional, recorriendo los campos en la diagonal. Se revisan todas las hojas de cada planta y se cuenta el número de masas de huevos y larvas de los diferentes estadios (Nations, 2015).

La señal se da en función de la vía que se seleccione para su control; así las liberaciones de *Telenomus sp.*, se hacen cuando el 10% de plantas estén infestadas con masas de huevos. La utilización de otros plaguicidas (biológicos y químicos) se hace cuando existan larvas del 1er y 2do estadio en la misma proporción. Este índice está avalado en el hecho de que la plaga tiene un ritmo de

crecimiento muy rápido y cuando se emite la señal en estadios superiores las pérdidas son significativas y por la mayor eficiencia de los medios usados en estas etapas (Montes, 2016).

Se puede utilizar trampas de melaza para la detección de las mariposas, las que se sitúan en los extremos del campo tan pronto haya germinado el maíz, a una altura de 1,5 m con un total 3 trampas/ha. Al recipiente colector se le añade como atrayente melaza diluida al 75%, llenando el mismo hasta la mitad, estas se revisan en días alternos y tan pronto aparezcan los adultos se comienza el trabajo de señalización (Bazurto, 2013).

2.2.6 Métodos de control

Dos aspectos del manejo de la *S. frugiperda* tienen una contribución importante a la reducción de las poblaciones de esta, por una parte, las pupas que permanecen en el suelo pueden ser combatidas por sistemas rápidos de preparación con una duración de 15-20 días con la utilización de multirado y tiller para elevar estas a la superficie y que mueran por efecto de la temperatura y las condiciones adversas. Normalmente para las siembras de la campaña de primavera no se dispone de mucho tiempo para la preparación de suelo, no obstante un lapso mínimo con 2 o 3 labores resulta muy ventajoso (Pioner, 2013).

Igualmente positivo resulta la eliminación de malezas tanto en la preparación de suelos como en el cultivo y sus alrededores para evitar las posibilidades de que la plaga encuentre hospedantes alternativos que hacen más difícil el combate de esta, por mantener un reservorio de la misma y por obstaculizar la aplicación de plaguicidas biológicos y químicos; lo que en esencia significa que el manejo de malezas constituye un eslabón importante en el combate de la plaga (ICA, 2014).

2.2.6.1 Rotaciones y policultivos

La inclusión “de cultivos de rotación que no sean hospedantes de la plaga tales como girasol, papa, ajonjolí, soya, boniato, frijol carita y gandul, no permiten el establecimiento de las mismas en las áreas destinadas al maíz”. El maíz no constituye una inter cosecha permanente contribuyen a los mejores resultados, dado por menores enmalezamientos y por menor incidencia de *S. frugiperda* (ICA, 2013).

Por otra parte, la explotación de la diversidad de cultivos ha sido reportada por diferentes autores, de hecho los productores de agricultura familiar en la región de Centro América y el Caribe, incluyendo a Cuba, asumen con resultados satisfactorios el policultivo maíz-frijol, entre otras cosas por una reducción sustancial en la incidencia de la plaga (Araujo, 2014).

Las más bajas incidencias del gusano en las áreas de policultivo en particular con girasol están relacionada con los efectos adversos en la actividad de búsqueda y diseminación de los adultos y larvas (Astier, 2016).

2.2.6.2 Uso de parasitoides

Las especies parasíticas de *S. frugiperda*, de una forma u otra contribuyen a la biorregulación de las poblaciones de la plaga. Existen varias especies que son empleadas como elemento de lucha, teniendo en cuenta las características parasíticas, hábitos de conducta, efectividad en el parasitismo y capacidad de búsqueda, entre otros aspectos (González, Parasitoides de plagas agrícolas, 2013).

Se necesitan además conocer en detalles, la biología, conducta, hábitos alimenticios y otros elementos para la selección de alimentos y las condiciones de reproducción más apropiadas, de manera que no se produzcan variaciones en las

características del insecto plaga (hospedero), que conlleven a la reducción de la efectividad del parasitoide en condiciones de campo. *Telenomus* sp. (Hym: Scel), *Euplectrus plathypenae* (Hym: Eulop), *Chelonus insularis* (Hym: Bracon), *Rogas* sp. (Hym: Bracon), *Archytas marmoratus* (Dip:Tachin), etc. están entre las especies que han sido empleadas en el biocontrol de la plaga (Mora, 2016).

2.2.6.3 Uso de bioplaguicidas

Actualmente se conocen diferentes especies de microorganismos entomopatógenos con potencialidad para ser usados en un programa integrado de lucha contra *S. frugiperda*, entre los que se incluyen la bacteria *Bacillus thuringiensis* Berl., 10 especies de hongos, 3 tipos de virus, 2 géneros de protozoarios y 3 nematodos. La mayoría de estos entomopatógenos tienen una mayor eficacia cuando se aplican sobre los primeros estadios larvales (Padilla, 2018).

“Bajo las condiciones de Cuba los entomopatógenos más exitosos para el combate de *S. frugiperda* son *B. thuringiensis*, *Virus* de la Poliedrosis Nuclear, *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson y *Paecylomyces fumoso-roseus* (Wise)” (Cipriano, 2013).

2.2.6.4 Plaguicidas químicos

La lucha química contra la *S. frugiperda* se utilizan aún en la actualidad y desde hace dos décadas un grupo de insecticidas químicos; estos formulados han jugado su rol contra la plaga, pero no es menos cierto que con el cursar del tiempo, al ser utilizados de forma reiterada y producirse no pocas violaciones técnicas de todo tipo, inclusive de dosis en su aplicación, ha devenido como consecuencia una disminución de su capacidad para mantener a niveles tolerables en muchas oportunidades la presencia de la plaga en los maizales (Bedmar, 2014).

Estos insecticidas están registrados aún en la actualidad y pueden ser utilizados en los programas de manejo de la plaga. Los ensayos con nuevos preparados en busca de sustitutos y alternantes para evitar problemas de tolerancia y resistencia, incrementar en lo posible los niveles de efectividad técnica y disminución de los niveles de daño foliar y de ser posible el incremento de los rendimientos, así como también el evitar la acumulación de residuos tóxicos en el medio-ambiente y dañar lo menos posible la entomofauna beneficiosa, se ha seguido probando una gran gama de productos, entre ellos: el dimetoato a 0,4-0,6 kg/ha i.a y metamidophos a 1,2 kg/ha i.a; la fórmula doble cypermethrin + parathion methyl (0,0125+1,7) kg/ha i.a. en espolvoreo arrojó buenos resultados (Hernández, 2015).

El fenvalerate a 0,12-0,17 kg/ha i.a. dentro del grupo de los piretroides sintéticos introdujo los altos y sostenidos niveles de efectividad técnica así como los bajos niveles de daño foliar. También el fenothoato a 1.0 kg/ha (i.a) fue incorporado. Con el desarrollo en el uso de los piretroides el nivel de resultados satisfactorio se ha incrementado de forma apreciable por su efecto muy específico sobre los lepidópteros entre ellos *S. frugiperda*. Deltametrina y lambda-cyhalotrina a 0,0125 kg/ha (i.a) constituyen los dos ejemplos más recientes (Mansilla, 2017).

La estrategia del uso de insecticidas químicos deberá reservarse para aquellos casos donde los picos poblacionales no permitan a los medios biológicos antes señalados lograr efectividad aceptable e incluso las combinaciones con dosis reducidas de estos en momentos oportunos pueden ser una alternativa del manejo integrado de la plaga (Conles, 2015).

2.2.6.5 Enemigos naturales

La protección de los enemigos naturales de *S. frugiperda* constituye uno de los elementos más importantes para establecer un equilibrio en la biorregulación de la

plaga, en este campo se ha carecido de un trabajo sistemático a nivel de producción con el propósito de conocerlos y luego protegerlos, a nivel mundial se reportan más de 53 especies de insectos que afectan esta plaga (Landeró, 2013).

Hasta el momento se reportan por lo menos 12 especies de parásitos que se ven virtualmente, bajo los sistemas de manejo que incluyen, la reducción o eliminación del uso de plaguicidas químicos, los niveles poblacionales de enemigos naturales no solamente aumentan, sino también se detectan más temprano, lo que conduce a un efecto de regulación de la plaga más efectiva (Obregoso , 2018).

También en observaciones de campo en áreas protegidas con liberaciones de *Telenomus sp.*, y VPN frente a aplicaciones de insecticidas químicos (monocrotophos 0.6 kg/ha i.a.) en Quivicán, durante 1994 se pudo constatar la presencia temprana de parasitismo natural sobre los huevos de *S. frugiperda* con *Chelonus sp.*, en una proporción del 10%, mientras que en el tratamiento químico este no se observó a partir de estos resultados una etapa avanzada de manejo integrado de *S. frugiperda*, lo constituye la señalización y protección de enemigos naturales (González, 2014).

2.3 Marco legal

Seguridad alimentaria

Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria.- El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad. Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión, que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres. El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad. Se prohíbe cualquier forma de apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional (Agrocalidad, 2014).

Artículo 10. Institucionalidad de la investigación y la extensión.- La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento. El Estado fomentará la participación de las universidades y colegios técnicos agropecuarios en la investigación acorde a las demandas de los sectores campesinos, así como la promoción y difusión de la misma.

Artículo 11. Programas de investigación y extensión.- En la instancia de la investigación determinada en el artículo anterior y en el marco del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y el Plan Nacional de Desarrollo, se creará: a) Un programa de difusión y transferencia de tecnología dirigido al sector agroalimentario, con preferencia en los pequeños y medianos productores que tendrá un enfoque de demanda considerando la heterogeneidad de zonas agro bioclimáticas y patrones culturales de producción; y, b) Un programa para el análisis de los diversos sistemas alimentarios existentes en las diferentes regiones del país, a fin de orientar las políticas de mejoramiento de la soberanía alimentaria (Constituyente, Asamblea Nacional, 2016).

3 Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Se realizó un estudio experimental porque la investigación demostró que el control de insectos plaga en el cultivo de maíz con el uso de productos biológicos ayudo a reducir la incidencia de la plaga.

3.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación está enfocada en el estudio de campo para determinar la eficacia del neem y aceite vegetal para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*), esperando resultados adecuados para recomendar el uso de este insecticida, con el fin de contrarrestar la aplicación de los productos químico y reducir el costo que generan estos.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

3.2.1.1 Variable independiente

Productos para el control de insectos plagas

T1: Biol 10 cc/lit

T2: Metarhizium 5 gr/lit

T3: Aceite de Neem (Neem x)1.5 lit/ha

T4: Testigo comercial (Lorsban) 0.75 lit/ha

T5: Testigo Absoluto

3.2.1.2 Variable dependiente

3.2.1.2.1 Número de larvas/planta

Se monitoreó el número total de larvas por planta posteriormente los primeros días una vez realizada la siembra escogiendo 10 plantas al azar de cada parcela útil.

3.2.1.2.2 Número de larvas clasificadas del insecto/planta

Se realizaron evaluaciones durante la aplicación y después de la aplicación de los números de larvas clasificadas por planta (pequeña, mediana o grande), se identificó la presencia de larvas los días 1-3-5 y 7 después de la aplicación contando el número de larvas vivas y muertas por planta.

3.2.1.2.3 Porcentaje de plantas atacadas %

Se desarrollaron diferentes evaluaciones durante la aplicación de los tratamientos en estudio registrando las plantas atacadas y transformándolas a porcentaje.

3.2.1.2.4 Altura de la planta (m)

Se determinó la altura de la planta al inicio de la floración a través de 10 plantas tomada al azar en el área útil de cada parcela, la altura se la tomó desde el suelo hasta la parte terminal de la planta expresándola en centímetros.

3.2.1.2.5 Número de mazorcas/parcela útil

Una vez efectuada la cosecha se contabilizó el número total de las mazorcas del área útil en cada parcela, y el resultado se transformó a número de mazorcas por hectárea.

3.2.1.2.6 Longitud de mazorca (cm)

A partir de la variable anterior se registraron la longitud de 10 mazorcas por parcela útil y se calculó el promedio por tratamiento.

3.2.1.2.7 Peso de mazorca/parcela útil (kg)

Con la ayuda de una balanza se registraron el peso de las mazorcas cosechadas en el + área útil de cada parcela.

3.2.1.2.8 Rendimiento (kg/ha)

Se cosecharon las parcelas útiles y se transformaron los datos a kg/ha. Se registraron estos datos cuando el maíz obtuvo un 14% de humedad.

3.2.2 Tratamientos

En este trabajo investigativo se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones. Para establecer diferencias entre tratamientos se empleó la prueba de Comparaciones de Rangos Múltiples de Duncan $\alpha = 0.05$.

Tabla 1: Descripción de los tratamientos

N°	Descripción	Dosis/ha
1	Biol	10 cc/lt
2	Metarhizium	5 gr/lt
3	Aceite de Neem (Neem x)	1.5 lt/ha
4	Testigo comercial (Lorsban)	0.75 lt/ha
5	Testigo Absoluto	

Almeida, 2021

Tabla 2. Características de la parcela

Diseño Experimental	DBCA
Siembra	Espeque
Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	5
Número de parcelas	20
Distancia entre plantas	0.3 m
Distancia entre hileras	1 m
N° de hileras/ planta	8
Ancho de la parcela	8 m
Largo de la parcela	5 m
Área total de la parcela	40 m ²
Área útil de la parcela	20 m ²
Área total del tratamiento	160 m ²
Área útil del ensayo	400 m ²
Área total del ensayo	800 m ²

Almeida, 2021

3.2.3 Diseño experimental

El diseño que se empleó en este trabajo fue un Diseño de Bloques Completos al Azar, donde se formó veinte parcelas experimentales, con una dimensión de 8 x 5 m cada una de ellas; en un área de 800 m². El insecticida utilizado fue un extracto de Neem con aceite vegetal evaluando varias dosis aplicados en el cultivo de maíz.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1 Recursos

Para la ejecución de esta tesis, se acudió a la biblioteca de la Universidad Agraria del Ecuador con la finalidad de obtener las informaciones más recientes del cultivo de maíz y su manejo agroecológico empleados para mejorar la productividad en las plantaciones, se visitó las bibliotecas municipales, se utilizó información disponible de folletos, libros y Cd de videos.

3.2.4.2 Métodos y técnicas

La técnica empleada fue la observación que es indispensable en el proceso de la investigación científica, ya que integra la estructura por medio de la cual se organiza la investigación, La técnica pretende los siguientes objetivos:

- Ordenar las etapas de la investigación.
- Aportar instrumentos para manejar la información.
- Llevar un control de los datos.
- Orientar la obtención de conocimientos.

La técnica de campo permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva.

3.2.5 Análisis estadístico

En este trabajo investigativo se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) compuesto de cuatro repeticiones y cinco tratamientos.

Tabla 2: Análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Repeticiones (r-1)	3
Tratamientos (t-1)	4
Error experimental	12
Total	19

Almeida, 2021

4 Resultados

4.1 Variables relacionadas al insecto

En la tabla 4 se muestra detalladamente cada uno de los promedios por tratamiento de las parcelas útiles en relación al insecto tales como lo son el número de larvas/planta, número de larvas pequeñas, número de larvas medianas, número de larvas grandes y el porcentaje de plantas atacadas adicionalmente se indican también las medias de la proporción de plantas atacadas dentro de la unidad del muestreo.

Tabla 4. Variables relacionadas al insecto

N°	Tratamiento	Número de larvas/planta	Número de larvas pequeñas	Número de larvas medianas	Número de larvas grandes	Porcentaje de plantas atacadas %
1	Biol	4,5 ns	2,5 ns	4,8 ns	3,0 ns	1,8 ns
2	Metarhizium	4,3 ns	4,0 ns	2,5 ns	3,0 ns	1,5 ns
3	Aceite de Neem (Neem x)	4,0 ns	2,5 ns	3,0 ns	3,0 ns	2,5 ns
4	Testigo comercial (Lorsban)	4,0 ns	3,5 ns	3,0 ns	3,5 ns	2,3 ns
5	Testigo Absoluto	5,0 ns	4,8 ns	4,0 ns	3,5 ns	2,8 ns
	CV (%)	15,70	32,19	34,3	29,65	45,13

Almeida, 2021

El efecto de cada tratamiento en el caso de la valoración de la presencia de larvas en la planta no hubo presencia de diferencia significativa; al realizar el conteo total de larvas por plantas, aun sin diferencia significativas la menor presencia de estas se pudo observar en el tratamiento tres y cuatro consistiendo en la aplicación de aceite de neem (Neem x) y el testigo comercial (Lorsban) con dosis de 1.5 lt/ha-0.75 lt/ha cuyo promedio fue de 4,0%.

4.2 Variables agronómicas

En la tabla 5 se detalla cada promedio respectivo de las parcelas útiles de los tratamientos, siendo estos las variables altura de la planta (m), número de mazorcas/parcela útil, longitud de mazorca (cm), peso de mazorca/parcela útil (kg) y rendimiento (kg/ha) a más de esto se identifican las medias respectivas de la proporción dentro de la unidad de muestreo.

Tabla 5. Variables agronómicas

N°	Tratamiento	Altura de la planta (m)	Número de mazorcas/parcela útil	Longitud de mazorca (cm)	Peso de mazorca/parcela útil (kg)	Rendimiento (kg/ha)
1	Biol	2,04 ns	98,50 ns	18,80 ns	0,19 ns	5446,25 ns
2	Metarhizium	2,06 ns	98,50 ns	17,83 ns	0,18 ns	5266,55 ns
3	Aceite de Neem (Neem x)	2,01 ns	100,00 ns	17,18 ns	0,21 ns	5281,98 ns
4	Testigo comercial (Lorsban)	2,04 ns	90,50 ns	18,33 ns	0,19 ns	6724,85 ns
5	Testigo Absoluto	1,99 ns	107,75 ns	17,63 ns	0,16 ns	5535,80 ns
	CV (%)	4,87	28,32	5,51	12,08	23,76

Almeida, 2019

En el efecto de los tratamientos, en el caso de las variables relacionadas agronómicas relacionadas al cultivo de maíz; al realizar los análisis de significancias se pudo observar que las variables tuvieron un comportamiento similar donde no se presenciaron diferencias significativas; con diferentes coeficientes de variaciones.

5 Discusión

Para el control del gusano *Spodoptera frugiperda* se puede mencionar que en la utilización de (Biol, Metarhizium, aceite de neem y como testigo comercial Lorsban) y su manipulación en el control de los mismos son muy complejos como una mezcla y pueden ser eficaces en el rendimiento del cultivo concordando con lo estimado por (Ecuaquimica 2015).

El uso de plaguicidas sintéticos ha sido utilizado durante muchos años en la producción agrícola llegando a ocasionar grandes y severos problemas en la salud y el ambiente contaminando suelos y aguas es por eso que concuerdo con Chango (2013) al mencionar que la utilización de productos biológicos a base de biol, neem o productos comerciales como Lorsban ayudan también a la disminución de la plaga.

Concuerdo con García (2014), al mencionar que las sustancias activas de algunas plantas tienen efectos sobre las plagas causando repulsión en los depredadores, además estos se los pueden descomponer muy rápidamente, al mismo tiempo nutriendo y fortaleciendo las plantas las cuales adquieren una mayor resistencia a las plagas y enfermedades presentes en el cultivo.

6 Conclusiones

Al finalizar y evaluar el efecto de los tratamientos estudiados a partir del desarrollo y producción del cultivo, se tuvo una muy buena producción por que los productos utilizados no incidieron en el desarrollo vegetativo y productivo de la planta, pero si dieron un buen efecto de control de la plaga presente en el cultivo.

Se llegó a la conclusión de que la dosis más apropiada para controlar la presencia de *Spodoptera frugiperda* fue el Testigo comercial (Lorsban) con 0.75 lt/ha. La cual mostro un buen efecto para controlar el gusano cogollero sin afectar su normal desarrollo.

El tratamiento cuatro con dosis de 0.75 lt/ha (Testigo comercial (Lorsban)) fue el más conveniente y que mejor resultado obtuvo controlando en totalidad la plaga permitiendo alcanzar una óptima producción.

Se determina que este estudio realizado es importante ya que atreves de esta investigación se puede encontrar nuevas y novedosas alternativas de control de posibles usos de productos químicos perjudiciales al medio ambiente y tóxicos para la humanidad además de tener elevados costos para el alcance de los pequeños agricultores.

7 Recomendaciones

Una vez alcanzado los objetivos y resultados previstos en este trabajo de investigación se recomienda los siguientes puntos:

Impulsar a los agricultores en la utilización de este insecticida el mismo que muestra un buen resultado para el control del gusano cogollero.

La aplicación de Lorsban en dosis de 0.75 lt/ha es el recomendado para el control del gusano cogollero donde vemos que a este tipo de dosis el control resulta mejor, pero debemos ver su efecto en el ambiente lo que se convierte en una paradoja agrícola llevando a pensar en el uso de controles biológicos para esta plaga.

El control y prevención del gusano cogollero debe ser un proceso con aplicación de técnicas alternas de control de plagas para obtener rendimientos óptimos que presenten ingresos y sustentabilidad a las familias que se dedican a este cultivo, pero no dejar de lado el control químico con una frecuencia de uso cada vez en menores proporciones para evitar daños y contaminación del ambiente.

8 Bibliografía

Acosta. (2016). *El cultivo de maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba.*

Obtenido de Scielo:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000200016

Agrocalidad. (28 de Marzo de 2014). Guia de buenas practicas agricolas para el cultivo de maíz. *Ministerio de agricultura, ganaderia, Acuacultura y pesca .*

Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/guia-maiz-duro.pdf>

Alvarez. (2016). Reseña histórica y aspectos bioecológicos del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. *INTA*, 12-14pag. Obtenido de https://www.pioneer.com/CMRoot/international/Argentina_Intl/agronomia/manejo_de_gusano_cogollero_en_maiz.pdf

Araujo. (2014). Caracterización y Evaluación de la asociación y rotación de policultivos de maíz y hortalizas. Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7219/1/UPS-CT004086.pdf>

Arredondo. (Enero de 2016). Diccionario de especialidades agroquímicas. Obtenido de Universidad Autónoma Chapingo.

Astier. (2016). Rotaciones y Asociaciones de cultivos en sistemas de maíz en zonas templadas. CIMMYT. Obtenido de <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/961/66291.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ayuayo. (2018). Control Ecologico del *Spodoptera frugiperda Smith* con el uso de seis insecticidas de origen botanico en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

Universidad Agraria del Ecuador, 90 - 100 pag. Obtenido de <http://cia.uagraria.edu.ec/archivos/AGUAYO%20BRIONES%20ULISES%20DAVID.pdf>

Bazurto, T. (2013). daños que ocasiona el gusano cogollero. *Fao*, 24-50pag.

Bedmar. (2014). Informe especial sobre el uso de plaguicidas agrícolas. *Universidad Nacional de Mar del Plata*. Obtenido de <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/CH%20Plaguicidas%20fin.PDF>

Beltrán. (14 de Junio de 2014). Banco Central de Ecuador sobre el cultivo de maíz. Recuperado el 15 de Septiembre de 2017, de <https://contenido.bce.fin.ec/>

Brechelt. (2014). El Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades. Nicaragua: Manual Técnico de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/milla_c_o/generalidades.pdf

Brueland. (2013). Crecimiento del cultivo de maíz en el Ecuador. *Diseño y presentación de April Battani*. Obtenido de https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf

Bustamante. (2014). Causas y consecuencias de los daños ocasionados por el gusano cogollero. *fondo de cooperacion para el desarrollo social (FONCODES)* (5). Obtenido de <http://www.paccperu.org.pe/publicaciones/pdf/126.pdf>

- Casmuz. (2013). Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Scielo*, 75 pag. Obtenido de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4870/2/20061127153058_EI%20gusano%20cogollero%20del%20maiz.pdf
- Cevallos. (2015). Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera*. *Scielo*, 75 pag. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1528/1/Bolet%C3%ADn%20divulgativo%20%20N%C2%BA%2072.PDF>
- Chango L. (2013). Control de Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Ecuador: Tesis de Grado Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/CH%20Plaguicidas%20fin.PDF>
- Chávez. (2015). Daños causados por el gusano cogollero. *PROIMPA*. Obtenido de https://www.proinpa.org/tic/pdf/Bioinsumos/gusano_cogollero/pdf59.pdf
- Cipriano. (diciembre de 2013). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en el cultivo. *Universidad Autónoma Indígena de México*, 8(3). Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46125177005.pdf>
- Conles. (2015). Evaluación de residuos de plaguicidas en granos de maíz (*Zea mays L.*). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_evaluacin_de_residuos_de_plaguicidas_en_granos_d.pdf
- Constituyente, Asamblea Nacional. (20 de 10 de 2016). Constitución del Ecuador. Asamblea Constituyente, 219. Manabí, Ecuador.

- Coveña. (2015). Repuesta del Maíz (*Zea mays*) al Bioinsecticida de Cedro Rojo (*Cedrelaodorata*) en Cebo y Aspersión para Controlar al Cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Ecuador: Tesis de grado Universidad de Guayaquil. Obtenido de <https://www.invima.gov.co/images/pdf/intranet/Dir%20operaciones/review%20plaguicidas.pdf>
- Díaz. (2018). Curva de crecimiento poblacional de *Spodoptera frugiperda* en maíz. FAO. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v29n02_315.pdf
- Duran. (2014). Bioplagicida, generalidades, usos e importancia. Turrialba, Costa Rica: Guía de ingredientes activos en América. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/307633848_Plaguicidas_Generalidades_Usos_e_Impactos_sobre_el_Ambiente_y_la_Salud
- Espinoza. (13 de Abril de 2013). Cultivo de maíz guia tecnica para la producción de maíz (*Zea mays*). INTA (Nº03). Obtenido de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20MAIZ%202010%20DA%20EDICION.pdf>
- Fajardo. (2015). Manual de recomendaciones para el cultivo de maíz. *Fundación Chile*. Obtenido de https://fch.cl/wp-content/uploads/2013/06/Manualmaiz_baja.pdf
- FAO. (Mayo de 2017). *Nota informativa de la fao sobre el gusano cogollero del maíz en África*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i7470s.pdf>
- Ferraguti. (2014). Rendimiento y estabilidad de híbridos de maíz Análisis de los resultados de la Red de maíz. *INTA EEA Oliveros, 4*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-rendimiento-estabilidad-hbridos-maz_anlisis-resu.pdf

- Figuroa J. (2017). *Efecto de un insecticida químico en el control de Spodoptera frugiperda en maíz (Zea mays) en la zona de Naranjito, Guayas*. Obtenido de [cia.uagraria.edu.ec: http://cia.uagraria.edu.ec/archivos/figuroa%20dominguez%20juan%20carlos.pdf](http://cia.uagraria.edu.ec/archivos/figuroa%20dominguez%20juan%20carlos.pdf)
- García. (2015). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. *INTA*. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/criterios-manejo-fertilizacion-cultivo-maiz.pdf>
- Givology. (2015). características morfológicas, botánicas, raíz, inflorescencia. *Galeon*, 110 pag.
- González. (2013). Parasitoides de plagas agrícolas. *FAO*. Obtenido de <https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap4/44%20Parasitoides.pdf>
- González. (2014). Enemigos naturales de la mosca de los estigmas del maíz. *Universidad Autónoma Indígena de México*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46125177008.pdf>
- Gordón. (2016). Preparación del terreno y siembra del cultivo de maíz. *Guía para el Manejo Integrado del Maíz Mecanizado*. Obtenido de <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/maizmecanizado2.pdf>
- Hernández. (agosto de 2015). Diflubenzuron, alternativa de baja toxicidad para control de insectos en Ecuador. *Instituto de Investigaciones de Sanidad vegetal*, 19(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209149784005.pdf>

- ICA. (2013). *Boletín de epidemiología*. Recuperado el 3 de septiembre de 2015, de <http://www.ica.gov.co/getattachment/9f5f1694-d031-49f4-bac1-f88d55b91ace/Publicacion-7.aspx>
- ICA. (2014). *Boletín de epidemiología*. Recuperado el 3 de septiembre de 2015, de <http://www.ica.gov.co/getattachment/9f5f1694-d031-49f4-bac1-f88d55b91ace/Publicacion-7.aspx>
- INEC. (21 de Febrero de 2014). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)*. Obtenido de Visualizador de estadísticas agropecuaria del Ecuador ESPAC.: <http://200.110.88.44/lcds-samples/testdrive-remoteobject/main.html#app=dbb7&a24-selectedIndex=1>
- INIAP. (2013). Estabilidad del suelo en el cultivo de maíz. *Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador*, 85 pag. Obtenido de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-estabilidad-hbridos-maz-de-segunda.pdf>
- Jones. (2014). Dinámica poblacional de la tijereta, *Doru taeniatum* (Dohrn) (Dermaptera: Forticulidae) en maíz. *Dinámica poblacional*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4858/1/05.pdf>
- Landero. (2013). Algunos enemigos naturales de plagas de maíz y crucíferas en Saltillo. *FAO*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320625244_Algunos_enemigos_naturales_de_plagas_de_maiz_y_cruciferas_en_Saltillo_Mexico_report_of_pests_and_natural_enemies_Trichoplusia_ni_Spodoptera_frugiperda_Plutella_xylostella_Brevicoryne_brassicae_Diaeret
- Llanos. (2013). El maíz, su cultivo y Aprovechamiento. Iniap. Obtenido de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-maiz.pdf>

- MAGAP. (2013). Rendimiento del maíz. Obtenido de Estudios del Agro:
[http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/estudios-del-agro/rendimiento-plagas y enfermedades-del-maiz](http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/estudios-del-agro/rendimiento-plagas-y-enfermedades-del-maiz)
- MAGAP. (2014). Rendimiento del cultivo de maíz. Obtenido de El Agro:
<http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/estudios-del-agro/rendimiento-del-maiz>
- Mansilla. (2017). Impacto ambiental de la aplicación de plaguicidas en siete modelos socio-productivos hortícolas. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Obtenido de
http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitaes/9752/tesis-irnr-mansilla-ferro-carolina-2017.pdf
- Mendoza. (2013). Descripción del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). INIAP (Estación Experimental Pichilingue). Obtenido de
<http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1616/1/Plagas%20de%20maiz%20%28Paliz%29%20Comunicaic%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20sin%20n%C3%BAmero.pdf>
- Mendoza. (2014). Comisión para la protección integrado de cultivos. Ministerio de agricultura y ganadería. Obtenido de
<http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1616/1/Plagas%20de%20maiz%20%28Paliz%29%20Comunicaic%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20sin%20n%C3%BAmero.pdf>
- Metzler. (2017). The Lepidoptera of White Sands National Monument. Otero Country, New Mexico, USA 1. Two new species of.. Nuevo MEXICO: Zookeys.

- Montenegro. (2016). Efecto de la aplicación de dos productos orgánicos para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del cultivo de maíz (*Zea mays L.*). *Universidad Agraria del Ecuador*. Obtenido de <http://cia.uagraria.edu.ec/archivos/MONTENEGRO%20VERA%20JEFFERSON%20ISMAEL.pdf>
- Montes. (13 de junio de 2014). *Compartiendo mi opinión*. Recuperado el 7 de Febrero de 2018, de Blogspot: <http://www.compartidendomiopinion.com/2010/06/el-maiz-su-origen-y-su-importancia-en.html>
- Montes. (2016). Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en maíz. *FAO*, 18 - 20 pág.
- Mora. (2016). El barrenador del tallo de maíz, y su control. *Estación Experimental Tropical Pi chilingue* (238). Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1541/1/Bolet%C3%ADn%20divulgativo%20N%C2%BA%20238.PDF>
- Nations, F. a. (2015). *El Maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. Estados Unidos: Food & Agriculture Org., 2015.
- Obregoso . (2018). Enemigos naturales de las plagas agrícolas del cultivo de maíz y otros cultivos. *Instituto nacional de investigaciones forestales*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/342605062/enemigos-naturales-de-las-plagas-agricolas-del-maiz-y-otros-cultivos-pdf>
- Ojeda. (2018). Insecticidas para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). *FAO*, 8, 200 pag. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3420/ojeda-d-ugard-roberto-andre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Oñate. (2016). Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz. *Universidad Tecnica de Ambato*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/Tesis-116%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20371.pdf>
- Ortega. (2015). Progreso en el mejoramiento del cultivo de maíz. *FAO*. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Padilla. (2018). Manejo de plaguicidas en cultivos de *Zea mays L.* “maíz” (Poaceae), *Brassica cretica Lam.* *Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n1/a10v25n1.pdf>
- Pioneer. (12 de octubre de 2013). Manejo del gusano cogollero en maiz. Obtenido de https://www.pioneer.com/CMRoot/international/Argentina_Intl/agronomia/manejo_de_gusano_cogollero_en_maiz.pdf
- Pioneer. (2015). Manejo del gusano cogollero en maiz. Obtenido de https://www.pioneer.com/CMRoot/international/Argentina_Intl/agronomia/manejo_de_gusano_cogollero_en_maiz.pdf
- Pioner. (2013). Manejo del gusano cogollero en el cultivo de maiz. *Refugio*, 25 - 30 PAG.
- Ríos. (2014). Ciclo vegetativo del maíz. *Inifap*. Obtenido de <https://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/Publicaciones-Sinaloa/Paquetes-tecnologicos-2008-2009/Maiz%20riego.pdf>
- Rodríguez, A. (2014). *repositorio.upao.edu.pe*. Obtenido de influencia de tres dosis de biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz forrajero (*Zea*

mays

L.):

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/865/1/RODR%C3%8DGUIZ_ANTHONY_CULTIVO_MAIZ_FORRAJERO.pdf

Salvatierra. (2013). Densidad de Siembra en el Cultivo de Maíz. *Fao*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/densidad-de-siembra-en-el-cultivo-de-maiz>

Sillon. (2013). Epidemiología de las principales enfermedades. *Estación Experimental Agropecuaria Rafaela*. Obtenido de http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/121/misc121_129.pdf

Sosa, M. A. (2014). Daños por *Spodoptera frugiperda*, en el maíz bajo siema directa en diferentes épocas del noreste. *INTA*, 4 - 6 pag. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3174/1/Tesis-33agr.pdf>

Toalombo, M. (2013). *repo.uta.edu.ec*. Obtenido de “Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo biol”: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6490/1/Tesis-64%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20205.pdf>

9. Anexos

Tabla 6. Número de larvas/planta

N°	Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
1	Biol	5	4	5	4	18	4,5
2	Metarhizium	4	5	4	4	17	4,3
3	Aceite de Neem (Neem x)	4	4	5	3	16	4,0
4	Testigo comercial (Lorsban)	4	5	4	3	16	4,0
5	Testigo Absoluto	6	4	5	5	20	5,0
	Σ	23	22	23	19	87	

Almeida, 2021

Tabla 7. Análisis de varianza Número de larvas/planta

Número de larvas/planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de larvas/planta	20	0,47	0,16	15,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,95	7	0,71	1,52	0,2514
Tratamientos	2,80	4	0,70	1,50	0,2634
Columnas	0,00	0	0,00	sd	sd
Repeticiones	2,15	3	0,72	1,54	0,2559
Error	5,60	12	0,47		
Total	10,55	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,53968

Error: 0,4667 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T5: Testigo Absoluto	5,00	4	0,36 A
T1: Biol	4,50	4	0,36 A
T2: Metarhizium	4,25	4	0,36 A
T4: Testigo comercial (Lor..	4,00	4	0,36 A
T3: Aceite de Neem (Neem ..	4,00	4	0,36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 8. Número de larvas pequeñas

N°	Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
1	Biol	2	2	3	3	10	2,5
2	Metarhizium	5	4	5	2	16	4,0
3	Aceite de Neem (Neem x)	2	2	2	4	10	2,5
4	Testigo comercial (Lorsban)	2	3	4	5	14	3,5
5	Testigo Absoluto	4	5	4	6	19	4,8
Σ		15	16	18	20	69	

Almeida, 2021

Tabla 9. Análisis de varianza Número de larvas pequeñas**Número de larvas pequeñas**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de larvas pequeñas	20	0,55	0,29	32,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18,15	7	2,59	2,10	0,1233
Tratamientos	15,20	4	3,80	3,08	0,0582
Columnas	0,00	0	0,00	sd	sd
Repeticiones	2,95	3	0,98	0,80	0,5188
Error	14,80	12	1,23		
Total	32,95	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,50303

Error: 1,2333 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T5: Testigo Absoluto	4,75	4	0,58 A
T2: Metarhizium	4,00	4	0,58 A
T4: Testigo comercial (Lor..	3,50	4	0,58 A
T3: Aceite de Neem (Neem ..	2,50	4	0,58 A
T1: Biol	2,50	4	0,58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 10. Número de larvas medianas

N°	Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
1	Biol	4	6	4	5	19	4,8
2	Metarhizium	3	2	3	2	10	2,5
3	Aceite de Neem (Neem x)	2	3	4	3	12	3,0
4	Testigo comercial (Lorsban)	2	4	3	3	12	3,0
5	Testigo Absoluto	5	2	3	6	16	4,0
Σ		16	17	17	19	69	

Almeida, 2021

Tabla 11. Análisis de varianza Número de larvas medianas**Número de larvas medianas**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de larvas medianas	20	0,46	0,14	34,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,15	7	2,02	1,44	0,2747
Tratamientos	13,20	4	3,30	2,36	0,1123
Columnas	0,00	0	0,00	sd	sd
Repeticiones	0,95	3	0,32	0,23	0,8764
Error	16,80	12	1,40		
Total	30,95	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,66680

Error: 1,4000 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1: Biol	4,75	4	0,62 A
T5: Testigo Absoluto	4,00	4	0,62 A
T4: Testigo comercial (Lor..	3,00	4	0,62 A
T3: Aceite de Neem (Neem ..	3,00	4	0,62 A
T2: Metarhizium	2,50	4	0,62 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 12. Número de larvas grandes

N°	Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
1	Biol	3	2	5	2	12	3,0
2	Metarhizium	2	4	3	3	12	3,0
3	Aceite de Neem (Neem x)	4	3	2	3	12	3,0
4	Testigo comercial (Lorsban)	3	3	4	4	14	3,5
5	Testigo Absoluto	4	3	4	3	14	3,5
Σ		16	15	18	15	64	

Almeida, 2021

Tabla 13. Análisis de varianza Número de larvas grandes**Número de larvas grandes**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de larvas grandes	20	0,18	0,00	29,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,40	7	0,34	0,38	0,8963
Tratamientos	1,20	4	0,30	0,33	0,8503
Columnas	0,00	0	0,00	sd	sd
Repeticiones	1,20	3	0,40	0,44	0,7256
Error	10,80	12	0,90		
Total	13,20	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,13819

Error: 0,9000 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T5: Testigo Absoluto	3,50	4	0,50 A
T4: Testigo comercial (Lor..	3,50	4	0,50 A
T3: Aceite de Neem (Neem ..	3,00	4	0,50 A
T2: Metarhizium	3,00	4	0,50 A
T1: Biol	3,00	4	0,50 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 14. Porcentaje de plantas atacadas %

N°	Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
1	Biol	1,0	2,0	3,0	1,0	7,0	1,8
2	Metarhizium	3,0	1,0	1,0	1,0	6,0	1,5
3	Aceite de Neem (Neem x)	2,0	3,0	2,0	3,0	10,0	2,5
4	Testigo comercial (Lorsban)	3,0	3,0	1,0	2,0	9,0	2,3
5	Testigo Absoluto	4,0	3,0	3,0	1,0	11,0	2,8
	Σ	13,0	12,0	10,0	8,0	43,0	

Almeida, 2021

Tabla 15. Análisis de varianza Porcentaje de plantas atacadas %**Porcentaje de plantas atacadas %**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de plantas atac..	20	0,39	0,04	45,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,25	7	1,04	1,10	0,4215
Tratamientos	4,30	4	1,08	1,14	0,3834
Columnas	0,00	0	0,00	sd	sd
Repeticiones	2,95	3	0,98	1,04	0,4084
Error	11,30	12	0,94		
Total	18,55	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,18713

Error: 0,9417 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T5: Testigo Absoluto	2,75	4	0,51 A
T3: Aceite de Neem ..	2,50	4	0,51 A
T4: Testigo comercial (Lor..	2,25	4	0,51 A
T1: Biol	1,75	4	0,51 A
T2: Metarhizium	1,50	4	0,51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 16. Altura de la planta (m)

N°	Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
1	Biol	1,99	2,01	2,15	1,99	8,14	2,04
2	Metarhizium	2,13	1,97	2,02	2,1	8,22	2,06
3	Aceite de Neem (Neem x)	1,94	1,97	2,02	2,1	8,03	2,01
4	Testigo comercial (Lorsban)	1,79	2,14	2,11	2,11	8,15	2,04
5	Testigo Absoluto	2,03	1,99	2,02	1,92	7,96	1,99
Σ		9,88	10,08	10,32	10,22	40,5	

Almeida, 2021

Tabla 17. Análisis de varianza Altura de la planta (m)**Altura de la planta (m)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta (m)	20	0,22	0,00	4,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	7	4,7E-03	0,48	0,8321
Tratamientos	0,01	4	2,7E-03	0,28	0,8874
Columnas	0,00	0	0,00	sd	sd
Repeticiones	0,02	3	0,01	0,75	0,5436
Error	0,12	12	0,01		
Total	0,15	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22210

Error: 0,0097 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: Metarhizium	2,06	4	0,05 A
T4: Testigo comercial (Lor..	2,04	4	0,05 A
T1: Biol	2,04	4	0,05 A
T3: Aceite de Neem (Neem ..	2,01	4	0,05 A
T5: Testigo Absoluto	1,99	4	0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 18. Número de mazorcas/parcela útil

N°	Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
1	Biol	86	86	82	140	394	99
2	Metarhizium	105	71	128	90	394	99
3	Aceite de Neem (Neem x)	134	94	102	70	400	100
4	Testigo comercial (Lorsban)	70	106	87	99	362	91
5	Testigo Absoluto	109	144	70	108	431	108
Σ		504	501	469	507	1981	

Almeida, 2021

Tabla 19. Análisis de varianza Número de mazorcas/parcela útil**Número de mazorcas/parcela útil**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas/parcela..	20	0,08	0,00	28,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	788,55	7	112,65	0,14	0,9920
Tratamientos	601,20	4	150,30	0,19	0,9385
Columnas	0,00	0	0,00	sd	sd
Repeticiones	187,35	3	62,45	0,08	0,9700
Error	9442,40	12	786,87		
Total	10230,95	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=63,22321

Error: 786,8667 gl: 12

Tratamientos	Medias n	E.E.
T5: Testigo Absoluto	107,75	4 14,65 A
T3: Aceite de Neem (Neem ..	100,00	4 14,65 A
T2: Metarhizium	98,50	4 14,65 A
T1: Biol	98,50	4 14,65 A
T4: Testigo comercial (Lor..	90,50	4 14,65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 20. Longitud de mazorca (cm)

N°	Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
1	Biol	18,8	19,2	19,0	18,2	75,2	18,8
2	Metarhizium	17,8	18,3	18,4	16,8	71,3	17,8
3	Aceite de Neem (Neem x)	17,8	18,1	16,9	15,9	68,7	17,2
4	Testigo comercial (Lorsban)	17,8	19,4	18,4	17,7	73,3	18,3
5	Testigo Absoluto	15,1	18,2	18,0	19,2	70,5	17,6
	Σ	87,3	93,2	90,7	87,8	359,0	

Almeida, 2021

Tabla 21. Análisis de varianza Longitud de mazorca (cm)**Longitud de mazorca (cm)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de mazorca (cm)	20	0,48	0,18	5,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,86	7	1,55	1,58	0,2305
Tratamientos	6,34	4	1,59	1,62	0,2329
Columnas	0,00	0	0,00	sd	sd
Repeticiones	4,52	3	1,51	1,54	0,2550
Error	11,75	12	0,98		
Total	22,61	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,23006

Error: 0,9790 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1: Biol	18,80	4	0,52 A
T4: Testigo comercial (Lor..	18,33	4	0,52 A
T2: Metarhizium	17,83	4	0,52 A
T5: Testigo Absoluto	17,63	4	0,52 A
T3: Aceite de Neem (Neem ..	17,18	4	0,52 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 22. Peso de mazorca/parcela útil (kg)

N°	Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
1	Biol	0,19	0,20	0,18	0,20	0,77	0,19
2	Metarhizium	0,18	0,18	0,21	0,14	0,71	0,18
3	Aceite de Neem (Neem x)	0,22	0,21	0,19	0,22	0,84	0,21
4	Testigo comercial (Lorsban)	0,15	0,22	0,17	0,20	0,74	0,19
5	Testigo Absoluto	0,17	0,16	0,17	0,15	0,65	0,16
	Σ	0,91	0,97	0,92	0,91	3,71	

Almeida, 2021

Tabla 23. Análisis de varianza Peso de mazorca/parcela útil (kg)

Peso de mazorca/parcela útil (kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de mazorca/parcela út..	20	0,48	0,17	12,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	7	7,8E-04	1,55	0,2397
Tratamientos	5,0E-03	4	1,2E-03	2,47	0,1007
Columnas	0,00	0	0,00	sd	sd
Repeticiones	4,9E-04	3	1,6E-04	0,33	0,8050
Error	0,01	12	5,0E-04		
Total	0,01	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05052

Error: 0,0005 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Aceite de Neem (Neem ..	0,21	4	0,01 A
T1: Biol	0,19	4	0,01 A
T4: Testigo comercial (Lor..	0,19	4	0,01 A
T2: Metarhizium	0,18	4	0,01 A
T5: Testigo Absoluto	0,16	4	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 24. Rendimiento (kg/ha)

N°	Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
		I	II	III	IV		
1	Biol	5621,6	5898,3	5074,3	5190,8	21785	5446,3
2	Metarhizium	6424,7	4266,9	6211,2	4163,4	21066,2	5266,6
3	Aceite de Neem (Neem x)	6557,1	5037,7	5987,7	3545,4	21127,9	5282,0
4	Testigo comercial (Lorsban)	7284,9	8156,3	4542,9	6915,3	26899,4	6724,9
5	Testigo Absoluto	3637,8	6909,8	5089,3	6506,3	22143,2	5535,8
	Σ	29526	30269	26905	26321	113022	

Almeida, 2021

Tabla 25. Análisis de varianza Rendimiento (kg/ha)**Rendimiento (kg/ha)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	20	0,28	0,00	23,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8215893,19	7	1173699,03	0,65	0,7081
Tratamientos	5969314,57	4	1492328,64	0,83	0,5325
Columnas	0,00	0	0,00	sd	sd
Repeticiones	2246578,62	3	748859,54	0,42	0,7451
Error	21632783,96	12	1802732,00		
Total	29848677,15	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3026,15764

Error: 1802731,9967 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4: Testigo comercial (Lor..	6724,85	4	701,18 A
T5: Testigo Absoluto	5535,80	4	701,18 A
T1: Biol	5446,25	4	701,18 A
T3: Aceite de Neem (Neem ..	5281,98	4	701,18 A
T2: Metarhizium	5266,55	4	701,18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 26. Análisis económico

COMPONENTES	Biol	Metarhizium	Aceite de Neem (Neem x)	Testigo comercial (Lorsban)	Testigo Absoluto
Rendimiento Kg/ha	5446,3	5266,6	5282,0	6724,9	5535,8
Rendimiento ajustado (Kg/ha)	4901,6	4739,9	4753,8	6052,4	4982,2
Costo fijo (\$)	1350	1350	1350	1350	1350
Costo Variable (\$)	14	20	25	43	49
Costo Total	1364,0	1370,0	1375,0	1393,0	1399,0
Ingreso Bruto (\$)	2058,7	1990,8	1996,6	2542,0	2092,5
Beneficio Neto (\$)	694,7	620,8	621,6	1149,0	693,5
Relación BENEFICIO/COSTO	0,5	0,5	0,5	0,8	0,5

Almeida, 2021



Figura 1. Estado fenológico de la planta
Almeida, 2021



Figura 2. Separación de parcelas útiles
Almeida, 2021



Figura 3. Evaluación de la altura de la planta
Almeida, 2021



Figura 4. Identificación de parcelas útiles
Almeida, 2021



Figura 5. Presentación de los productos a utilizar
Almeida, 2021



Figura 6. Aplicación de los productos en las parcelas útiles
Almeida, 2021



Figura 7. Indicaciones del tutor sobre el cultivo
Almeida, 2021



Figura 8. Visita técnica del tutor
Almeida, 2021



Figura 9. Cosecha de las parcelas
Almeida, 2021