



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de investigación previo a
la obtención del título de Ingeniero
Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación:

Manejo agroecológico del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz
(*Zea mays*) en época seca en la zona de Mocache

Autor:

Guevara Avilés César Miguel

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. MSc. Ramiro Remigio Gaibor Fernández

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Yo, **GUEVARA AVILÉS CÉSAR MIGUEL** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, y por la normatividad institucional vigente.

Guevara Avilés César Miguel

C.I.: 1207125293

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **ING. MSc. RAMIRO REMIGIO GAIBOR FERNÁNDEZ MSC**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **CÉSAR MIGUEL GUEVARA AVILÉS**, realizó el proyecto de investigación titulado “**MANEJO AGROECOLÓGICO DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN ÉPOCA SECA EN LA ZONA DE MOCACHE**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas.

ING. MSc. RAMIRO REMIGIO GAIBOR FERNÁNDEZ
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROY. INV. GUEVARA CÉSAR 08.01.2020.docx (D62055141)
Submitted: 1/9/2020 4:14:00 AM
Submitted By: rgaibor@uteq.edu.ec
Significance: 7 %

Sources included in the report:

PROY. INVEST. EDYS MACÍAS 02.08.2019.docx (D54672604)
Tesis de heydi.docx (D24186500)
TESIS_BARRIOS.docx (D16651201)
Suarez - Proyecto de investigación Urkund.docx (D16202066)
Suarez - Proyecto de investigación 14.12.docx (D16760636)

Instances where selected sources appear:

14

TRIBUNAL DE TESIS



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

MANEJO AGROECOLÓGICO DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)
EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN ÉPOCA SECA EN LA ZONA DE
MOCACHE

PRESENTADO A LA COMISIÓN ACADÉMICA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

CÉSAR MIGUEL GUEVARA AVILÉS

APROBADO POR:

Dr. Daniel Federico Vera Avilés

Presidente del Tribunal

Ing. MSc. César Ramiro Bermeo Toledo

Miembro del Tribunal

Ing. MSc. Luis Tarquino Llerena Ramos

Miembro del tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme con el don de la vida, por guiarnos a lo largo de esta existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mis padres que con su trabajo, entusiasmo y amor fueron parte de ese plan divino para que yo pueda cumplir con un logro más en mi vida, y por toda la confianza depositada que hoy se traduce en un logro más para la familia.

También quiero expresar mi más grandes y sinceros agradecimientos al Ing. Jorge Mendoza y al Ing. Ramiro Gaibor, principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo.

De igual manera mis agradecimientos a la Carrera de Ingeniería Agronómica, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, a mis hermanos Lic. Alexandra Guevara Avilés, Ing. Julio Guevara Avilés y Psic. Sara Guevara Avilés.

A una persona muy especial, mi novia Econ. Mayling Solórzano por ofrecerme su apoyo y comprensión en estos 5 años de carrera universitaria, y a todas aquellas personas que de alguna forma u otra hicieron posible culminar mi carrera como profesional.

RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales cultivos sembrados a nivel mundial, sin embargo, está expuesto al ataque de varias plagas siendo el gusano cogollero la plaga con mayor importancia económica el cual puede causar pérdidas considerables en la producción lo que conlleva a los pequeños productores al uso excesivo de químicos sintéticos para su control, teniendo efectos nocivos en la fauna benéfica, salud del productor y del consumidor. El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes bioinsecticidas agroecológicos en el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz. El presente estudio fue realizado en la zona de Mocache en La Finca Experimental del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se utilizó el diseño BCA, se estudiaron 5 tratamientos con 4 repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron Extracto natural de hoja de neem en dosis de 1.88 L, Bassigeos (*Beauveria bassiana*) en dosis de 5 L, Mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) en dosis de 6.88 L, Cebo Químico en dosis de 80 kg ha⁻¹ y un testigo Sin Aplicación. El porcentaje de incidencia más bajo lo presentó en tratamiento mezcla (Neem+ *Beauveria bassiana*) a los 12 días después de la aplicación con 1%, la eficacia más alta fue presentada por el tratamiento mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) a los 15 días después de la aplicación con un 96% de eficacia en el control del gusano cogollero, se evaluaron variables sobre los insectos benéficos presentes en el área de estudio, porcentaje de mazorcas sanas y enfermas, rendimiento en kg ha⁻¹ y análisis económico. En el proceso de evaluación se registró a las familias de *Chrysopidae* y *Coccinellidae* como las familias de insectos benéficos que en mayor número se encontraban presentes en el cultivo. El tratamiento Mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) fue el que mejor rendimiento presentó con 4749.25 kg ha⁻¹ siendo en relación a los 3 bioinsecticidas estudiados el tratamiento Bassigeos (*Beauveria bassiana*) el que mayor utilidad marginal alcanzó en el análisis económico con un valor de \$286.24 respectivamente.

Palabras Claves: Extracto de neem, Eficacia, Incidencia, Benéficos, Cogollero.

ABSTRACT AND KEYWORDS

Maize (*Zea mays* L.) is one of the main crops planted worldwide, however, is expensive to the attack of various pests being armyworm plague most economic importance which can cause significant production losses which leads to small farmers to overuse of synthetic chemicals to control, having harmful effects on beneficial fauna, health of the producer and the consumer. The objective of this research was to evaluate different agro-ecological bio-insecticides in controlling the armyworm in maize. This study was conducted in the Mocache at the Experimental Farm of the Campus "La Maria" State Technical University of Quevedo. BCA design was used, 5 treatments were studied with 4 replications. Treatments were Natural extract of neem leaf in doses of 1.88 L, Bassigeos (*Beauveria bassiana*) at doses of 5 L, mix (Neem + *Beauveria bassiana*) at doses of 6.88 L, Bait Chemist at 80 kg ha⁻¹ and a control without application. The incidence rate lower as presented in mixture treatment (Neem + *Beauveria bassiana*) at 12 days after application with 1%, the highest efficiency was presented by the mixing treatment (Neem + *Beauveria bassiana*) at 15 days after applying a 96% efficiency in the control of tobacco budworm, they were evaluated variables on beneficial insects present in the study area, percentage of healthy and diseased ears, yield in kg ha⁻¹ and economic analysis. In the evaluation process it was recorded Chrysopidae families and families Coccinellidae as beneficial insects that were more present in the culture. The mixture treatment (Neem + *Beauveria bassiana*) was the best performance presented with 4749.25 kg ha⁻¹ being in relation to 3 bioinsecticides studied the Bassigeos treatment (*Beauveria bassiana*) which higher marginal utility achieved in economic analysis with a value of \$ 286.24 respectively.

Keywords: Neem extract, Efficacy, Incidence, Beneficial, Cogollero.

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Manejo agroecológico del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en época seca en la zona de Mocache				
Autor:	<u>Guevara Avilés César Miguel</u>				
Palabras clave:	Extracto de neem	Eficacia	Incidencia	Benéficos	Cogollero
Fecha de publicación:					
Editorial:					
Resumen:	<p>El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes bioinsecticidas agroecológicos en el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz. El presente estudio fue realizado en la zona de Mocache en La Finca Experimental del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se utilizó el diseño BCA, se estudiaron 5 tratamientos con 4 repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron Extracto natural de hoja de neem en dosis de 1.88 L, Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>) en dosis de 5 L, Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>) en dosis de 6.88 L, Cebo Químico en dosis de 80 kg ha-1 y un testigo Sin Aplicación. El porcentaje de incidencia más bajo lo presentó en tratamiento mezcla (Neem+ <i>Beauveria bassiana</i>) a los 12 días después de la aplicación con 1%, la eficacia más alta fue presentada por el tratamiento mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>) a los 15 días después de la aplicación con un 96% de eficacia en el control del gusano cogollero, se evaluaron variables sobre los insectos benéficos presentes en el área de estudio, porcentaje de mazorcas sanas y enfermas, rendimiento en kg ha-1 y análisis económico. En el proceso de evaluación se registró a las familias de Chrysopidae y Coccinellidae como las familias de insectos benéficos que en mayor número se encontraban presentes en el cultivo. El tratamiento Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>) fue el que mejor rendimiento presentó con 4749.25 kg ha-1 siendo en relación a los 3 bioinsecticidas estudiados el tratamiento Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>) el que mayor utilidad marginal alcanzó en el análisis económico con un valor de \$286.24 respectivamente.</p>				
Descripción:					
URI:					

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ..	iii
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
TRIBUNAL DE TESIS	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT AND KEYWORDS	ix
CÓDIGO DUBLIN	x
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema	3
1.1.3. Sistematización del problema	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico.....	7
2.1.1. Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	7
2.1.2. Origen y distribución.....	7
2.1.3. Clasificación taxonómica	7
2.1.4. Descripción del insecto	8
2.1.4.1. Huevos o posturas	8
2.1.4.2. Larvas	8
2.1.4.3. Pupa	9

2.1.4.4. Adulto o mariposa.....	9
2.1.5. Daños ocasionados.....	10
2.1.6. El cultivo de maíz en Ecuador	10
2.1.7. Híbrido de maíz INIAP H-601.....	10
2.1.8. Características agro morfológicas del maíz.....	11
2.1.8.1. Clasificación taxonómica	11
2.1.8.2. Raíz.....	11
2.1.8.3. Tallo.....	12
2.1.8.4. Hojas.....	12
2.1.8.5. Semilla	12
2.1.9. Producción de maíz en el Ecuador	12
2.1.10. Manejo agroecológico en el cultivo de maíz	13
2.1.11. Enfoque agroecológico y prácticas agroecológicas	13
2.1.12. Prácticas agroecológicas en el cultivo de maíz.....	14
2.1.12.1.Siembra de barreras vivas	14
2.1.12.2.Usos y beneficios de las barreras vivas.....	14
2.1.12.3.Abonos orgánicos.....	15
2.1.13. Control de maleza en maíz agroecológico	17
2.1.13.1.Reducir el banco de semillas de malezas	17
2.1.13.2.Desbroce.....	17
2.1.13.3.Deshierbe manual.....	18
2.1.14. Bioinsecticidas.....	18
2.1.14.1.El Neem	18
2.1.14.2.Extracto natural de Neem	19
2.1.14.3.Generalidades de los hongos entomopatógenos	20
2.1.14.4.Insecticida entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i>	21
2.1.14.5.Principales ventajas y desventajas del uso de hongos entomopatógenos para el control de plagas.	21
2.1.15. Aplicación de granulados caseros	22
2.1.16. Lorsban	23

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación	25
3.2. Características agro climáticas	25

3.3.	Tipo de investigación	25
3.4.	Métodos de investigación	25
3.5.	Fuente de recopilación de la investigación	26
3.6.	Material genético	26
3.7.	Diseño experimental.....	26
3.8.	Análisis estadístico.....	26
3.9.	Características del lote experimental	27
3.10.	Instrumentos de investigación.....	27
3.10.1.	Tratamientos estudiados	27
3.10.2.	Descripción de los tratamientos	28
3.10.2.1.	Tratamiento 1 (T1).....	28
3.10.2.2.	Tratamiento 2 (T2).....	28
3.10.2.3.	Tratamiento 3 (T3).....	28
3.10.2.4.	Tratamiento 4 (T4).....	29
3.10.2.5.	Tratamiento 5 (T5).....	29
3.10.3.	Manejo del experimento	29
3.10.3.1.	Preparación del terreno.....	29
3.10.3.2.	Siembra de barrera viva	29
3.10.3.3.	Siembra	29
3.10.3.4.	Control de malezas.....	30
3.10.3.5.	Raleo	30
3.10.3.6.	Control de plagas y enfermedades.....	30
3.10.3.7.	Riego.....	30
3.10.3.8.	Fertilización.....	30
3.10.3.9.	Cosecha	30
3.10.4.	Registro de datos y forma de evaluación	31
3.10.4.1.	Porcentaje de incidencia y de eficacia de control de bioinsecticidas agroecológicos aplicados sobre larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	31
3.10.4.2.	Efectos de la aplicación de los tratamientos sobre la fauna benéfica	32
3.10.4.3.	Porcentaje de mazorcas con daño.....	32
3.10.4.4.	Rendimiento por en Kg ha-1.....	32
3.10.4.5.	Análisis de costo de los tratamientos.....	33
3.10.5.	Recursos humanos y materiales	33
3.10.5.1.	Recursos humanos	33

3.10.5.2. Recursos materiales.....	33
------------------------------------	----

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	35
4.1.1. Porcentaje de incidencia y eficacia de control de bioinsecticidas agroecológicos aplicados sobre larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	35
4.1.2. Efecto de la aplicación de los tratamientos sobre la fauna benéfica.....	43
4.1.3. Porcentaje de mazorcas sanas	43
4.1.4. Porcentaje de mazorcas dañadas	44
4.1.5. Rendimiento en kg ha ⁻¹	45
4.1.6. Análisis económico	46
4.2. Discusión.....	47

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	51
5.2. Recomendaciones	52

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.....	54
------------------------	----

CAPITULO VII. ANEXOS

7.1. Anexos	59
-------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema del ADEVA.....	26
Tabla 2. Características usadas en el trabajo de investigación	27
Tabla 3. Materiales/equipos utilizados en la investigación	33
Tabla 4. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 3DDA.	35
Tabla 5. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 3DDA.	36
Tabla 6. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 6DDA.	36
Tabla 7. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 6DDA.	37
Tabla 8. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 9DDA.	37
Tabla 9. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 9DDA.....	38
Tabla 10. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 12 DDA.	38
Tabla 11. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 12DDA.	39
Tabla 12. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 15DDA.	39
Tabla 13. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 15DDA.	40
Tabla 14. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 18DDA.	40
Tabla 15. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 18DDA.	41
Tabla 16. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 21DDA.	41
Tabla 17. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 21DDA.	42
Tabla 18. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 28DDA.	42
Tabla 19. Insectos benéficos presentes en el área de estudio	43
Tabla 20. Porcentajes de mazorcas sanas en los tratamientos	44
Tabla 21. Porcentajes de mazorcas dañadas en los tratamientos	44
Tabla 22. Rendimiento de los tratamientos expresados en kg ha ⁻¹	45
Tabla 23. Análisis económico del rendimiento del cultivo de maíz en función del costo de los tratamientos	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Preparación del extracto natural de hoja de neem.	59
Anexo 2.	Extracto natural de hoja de neem elaborado y envasado.	59
Anexo 3.	Producto comercial bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	60
Anexo 4.	Preparación del cebo químico.....	60
Anexo 5.	Preparación del terreno para la siembra de maíz.....	61
Anexo 6.	Siembra de hierba luisa como barrera viva y protección al cultivo de maíz.	61
Anexo 7.	Siembra de maíz INIAP H-601.....	62
Anexo 8.	Control de malezas de forma manual realizado en el cultivo de maíz.	62
Anexo 9.	Aplicación de los tratamientos para el control del gusano cogollero.....	63
Anexo 10.	Fertilización con compost en cultivo de maíz.....	63
Anexo 11.	Cosecha de las parcelas del cultivo de maíz.	64
Anexo 12.	Evaluación y registro de datos en las parcelas.	64
Anexo 13.	Daño fresco causado por el gusano el cogollero en las plantas de maíz.	65
Anexo 14.	Registro de fotos de los insectos benéficos presentes en el cultivo.	65
Anexo 15.	Registro de mazorcas sanas y enfermas luego de la cosecha.	66
Anexo 16.	Porcentaje de incidencia del gusano cogollero en el cultivo de maíz.	66
Anexo 17.	Porcentaje de eficacia de los tratamientos en el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz.....	67
Anexo 18.	Porcentaje de mazorcas sanas al final de la cosecha de cada tratamiento en estudio.	67
Anexo 19.	Porcentaje de mazorcas dañadas al final de la cosecha de cada tratamiento.	68
Anexo 20.	Rendimiento del cultivo de maíz híbrido INIAP H-601 expresado en kg ha ⁻¹ ...	68

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) en el Ecuador es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional. Constituye la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, especialmente a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario. Según el Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos, (INEC, 2013) en el país hubo sembradas 338.130 ha de maíz duro, de las cuales 133.876 ha se encuentran ubicadas en Los Ríos, 70.007 ha en la provincia Manabí, 49.903 ha en la provincia Guayas y el resto en la provincia de Loja. (INIAP, 2014) Indica que alrededor del 90% de la siembra de maíz tiene lugar en la época lluviosa.

La presencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz ha sido una limitante considerada en los bajos rendimientos del mismo, puesto que en muchas ocasiones al no haber un manejo adecuado y las condiciones son favorables se puede llegar a perder el cultivo en su totalidad (Enríquez, 2014). Según (T. Hernández et al., 2018) el principal método para su control es la utilización de plaguicidas químicos; sin embargo el uso de estas sustancias repercute negativamente en la salud humana y sobre insectos benéficos.

Tener alternativas viables con el fin de tener una producción sana libre de productos tóxicos con bajos poderes residuales, es un reto de las nuevas propuestas de agricultura sostenibles y sustentables y que estas sean accesibles para el agricultor.

El presente trabajo tiene como finalidad incentivar la aplicación de bioinsecticidas en el cultivo de maíz para realizar el control del gusano cogollero de una manera amigable con el medio ambiente, la salud del productor y consumidor.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La plaga *Spodoptera frugiperda*, también conocida como el “gusano cogollero del maíz”, está entre las más dañinas para varios cultivos. Su acción en campos de maíz ocasiona grandes pérdidas económicas para el agricultor el cual hace una alta inversión en insecticidas comerciales realizando un uso indiscriminado de estos, causando daños ambientales y resistencia del insecto a estos productos.

Debido a lo anterior nace la necesidad de buscar un control alternativo que no sea nocivo para el medio ambiente, así como en la salud del ser humano y que tenga un buen control de la plaga.

Los bioinsecticidas se han presentado eficientes en la prevención de una serie de plagas en la agricultura los cuales serían una alternativa de prevención para el gusano cogollero en el cultivo de maíz.

1.1.2. Formulación del problema

¿Qué tan eficaces son los dos bioplaguicidas aplicados solos y combinados en el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Qué porcentaje de incidencia del gusano cogollero se presentará en el cultivo de maíz una vez aplicado los tratamientos?

¿Qué tan eficaces son los dos bioinsecticidas aplicados solo y combinados en el control del gusano cogollero en maíz?

¿Cuál tratamiento es el más eficaz y rentable para que el productor lo pueda usar?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar diferentes bioinsecticidas agroecológicos en el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz.

1.2.2. Objetivos específicos

Establecer la incidencia del gusano cogollero en el cultivo de maíz.

Determinar la eficacia de los bioinsecticidas agroecológicos, para el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz.

Realizar un análisis económico en función del costo de los tratamientos y nivel de rendimiento.

1.3. Justificación

Los productores maiceros en la zona de Mocache tanto como en la zona del Litoral ecuatoriano, coinciden en que la incidencia del ataque de plaga va en aumento, este fenómeno es generado por la situación actual climática e incluso por la deficiente información sobre manejo y control fitosanitario, además de la dificultad para acceder a esta información o requerir de la asistencia de un técnico agrícola o capacitación.

El rendimiento del cultivo de maíz se ve afectado por el gusano cogollero la cual es una plaga devastadora si no se controla a tiempo el mismo se lo realiza principalmente con productos químicos.

Los químicos que son aplicados en dosis indiscriminadas por el productor con el fin de controlar de manera eficaz la plaga en el cultivo generando varios efectos negativos como el desarrollo de resistencias por parte de la plaga al insecticida, erradicación de los insectos benéficos que se puedan presentar, otro efecto es la contaminación al medio ambiente debido a su residuabilidad en el suelo y esto conlleva a largo plazo a la afectación en la salud del mismo productor.

Los bioinsecticidas no tienen consecuencias negativas en la fauna benéfica para el control del gusano cogollero, son de degradación ecológica teniendo buenos efectos en el control de la plaga sin tener efectos nocivos en la salud del productor como los insecticidas sintéticos.

Esta investigación sirve de material generador de información para estudiantes como base en la realización de futuras investigaciones de control de plagas en el cultivo de maíz, también pretender ayudar a los pequeños productores de maíz de la zona de Mocache dando a conocer la eficacia de bioinsecticidas a base de *Beauveria bassiana*, extracto natural de Neem y la combinación de ambos productos como una alternativa de control del gusano cogollero ya que son insecticidas no contaminantes al ambiente.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

El gusano cogollero se lo conoce como la plaga más significativa del maíz en regiones tropicales y subtropicales de América ya que son en estas zonas donde se dan las facilidades climatológicas para su desarrollo.

En algunas entidades del país se han registrado pérdidas en producción causadas por dicho insecto que fluctúan entre 13 a 60%. Los daños más severos ocurren en las zonas de regiones tropicales y subtropicales. Su distribución es muy amplia, ocurre en todas las zonas productoras de maíz. Éste insecto puede causar problemas en otros cultivos tales como sorgo, arroz, pastos e incluso en cultivos hortícolas como papa, cebolla, pepino, col y camote (Isabel & Amaguaña, 2012).

2.1.2. Origen y distribución

El gusano cogollero es originario de los trópicos del continente americano, incluyendo las islas del Caribe y del Pacífico. Se considera ampliamente distribuido en este continente, y se ha reportado su existencia en Canadá, Estados Unidos, México, El Salvador, Perú, Chile, Brasil, Jamaica, Argentina, etc (Zubimendi, 2015).

2.1.3. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del gusano cogollero es la siguiente:

Reino: Animalia
Phylum: Artrópoda
Clase: Insecta
Orden: Lepidóptera
Familia: Noctuidae
Género: *Spodoptera*
Especie: *frugiperda*

2.1.4. Descripción del insecto

La oviposición de *S. frugiperda* acontece desde el primer día de edad en que las plantas están en el suelo, en donde la mayor parte de las masas de huevos son localizadas en el envés de la primera hoja formada, transcurridos dos o tres días después eclosionan las larvas dando inicio a su alimentación en el follaje de la planta, el cual lo raspan dejando manchas translúcidas, por otra parte cuando las larvas se desarrollan se dirigen al cogollo donde permanecen alimentándose de la última hoja en formación.

De esta manera se indica que el ciclo biológico del gusano cogollero se encuentra altamente influenciado por las diferentes condiciones ambientales tales como la temperatura, la humedad, entre otros.

Considerando una temperatura promedio de 19.50 °C en su desarrollo, de acuerdo a los resultados obtenidos los huevos de esta especie tardan entre cinco y seis días en promedio para eclosionar, en cuanto el desarrollo larval se encuentra aproximadamente en un tiempo de 21.6 días en promedio, por otro lado el período pupal ocupa alrededor de 20.30 días y finalmente la fase de adulto 18.40 días, de esta manera el ciclo de vida promedio de este insecto es de 60.30 días (Litardo, 2019).

2.1.4.1. Huevos o posturas

De manera individual poseen una forma globosa, tienen estrías radiales que van de color rosado pálido hasta ponerse gris cuando se acerca a la eclosión.

Las hembras actúan poniendo sus huevos en horas de la noche, sus posturas las realizan tanto en el haz como en el envés de las hojas, los huevos son puestos en masas cubiertos con una segregación de su aparato bucal, también desprenden escamas de su cuerpo sobre las posturas para que sirvan como protección contra algunos enemigos naturales o consecuencias ambientales (Negrete & Morales, 2003).

2.1.4.2. Larvas

Las larvas al nacer se alimentan del coreon, 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.

Las larvas pasan por 6 ó 7 estadios o mudas, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primero estas miden hasta 2-3 milímetros y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10 milímetros y la cabeza es carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadio.

A partir del tercer estadio se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se abre o desenvuelve (Isabel & Amaguaña, 2012).

2.1.4.3. Pupa

Son de color caoba y miden 14 a 17 milímetros de longitud, con su extremo abdominal terminando en 2 espinas o ganchos en forma de "U" invertida.

Esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta los 8 a 10 días en que emerge el adulto o mariposa.

2.1.4.4. Adulto o mariposa

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura, las hembras tienen alas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen arabescos o figuras irregulares llamativas en las alas delanteras, y las traseras son blancas.

En reposo doblan sus alas sobre el cuerpo, formando un ángulo agudo que permite la observación de una prominencia ubicada en el tórax.

Permanecen escondidas dentro de las hojarascas, entre las malezas, o en otros sitios sombreados durante el día y son activas al atardecer o durante la noche cuando son capaces de desplazarse a varios kilómetros de distancia, especialmente cuando soplan vientos fuertes (Litardo, 2019).

2.1.5. Daños ocasionados

Consumen el follaje y posteriormente se dirigen al cogollo. Permanecen ocultas dentro del cogollo, mientras se alimentan. En maíz maduro pueden trozar tallos y mazorcas produciendo danos parciales o frecuentemente letales. El mayor daño es la destrucción del cogollo. El cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo (Tarillo, 2011).

2.1.6. El cultivo de maíz en Ecuador

A nivel de la actividad productiva agrícola y pecuaria el estado ha invertido en semillas, capacitación, dotación de tierras, maquinaria, prestamos, asesoramientos y controles en precios y en algunos casos el cierre de importaciones de productos como el maíz beneficiando a nuestros agricultores y que actualmente lo cual ha llevado al incremento la producción de maíz en el país y el cual se moviliza internamente favoreciendo a toda la cadena de la producción, comercialización y agro industrialización de esta gramínea.

En el Ecuador las mayores provincias en la producción de maíz duro, son Guayas y Los Ríos con 19 % y 40 % de participación nacional aproximadamente.

Cabe indicar que las otras provincias de la Costa también producen maíz, pero en cantidad que no llegan hacer en promedios de 10 ha por agricultor, pero se da a entender que es una producción constante año tras año y con los nuevos cambios y aportes al desarrollo de este cultivo está en progresivo incremento (Luis, 2014).

2.1.7. Híbrido de maíz INIAP H-601

Según (INIAP, 2004), el híbrido de maíz INIAP “H-601”, de grano amarillo y de alto potencial productivo, se desarrolló con la finalidad de incrementar los rendimientos por unidad de superficie. Es un híbrido convencional simple generado mediante el cruzamiento de las líneas S4 LP3 como progenitor femenino y la línea S6 LI4 introducida del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Su capacidad productiva es superior a la de algunos híbridos comerciales actualmente sembrados por los agricultores.

El rendimiento promedio de este híbrido bajo condiciones de ladera en varias localidades de Manabí, durante la época de lluvias de los años 2001 y 2002 fue de 5472 kg ha⁻¹, superando al Pacific-9205 que tuvo 4306 kg ha⁻¹, en terrenos planos con riegos, parcelas semicomerciales durante la época seca del 2002 el INIAP H-601 presentó un rendimiento de 7381 kg ha⁻¹.

2.1.8. Características agro morfológicas del maíz

2.1.8.1. Clasificación taxonómica

El maíz taxonómicamente pertenece a:

Reino:	Vegetal
Subreino:	Embriobionta
División:	Magnoliophyta (Angiospermae)
Clase:	Liliopsida (Monocothyledoneae)
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>mays</i> .

2.1.8.2. Raíz

La raíz de una planta de maíz es fasciculada con un potente desarrollo. Tienen tres tipos de raíces que son los siguientes:

Seminales: Nacen en la semilla después de la radícula para afirmar la planta, no son permanentes.

Permanentes: En este grupo están incluidas las principales y secundarias, están nacen por encima de las primeras raicillas en una zona llamada corona, este grupo constituye el llamado sistema radicular principal.

Adventicias: Nacen de los nudos inferiores del tallo y actúan de sostén en las últimas etapas del crecimiento, absorbiendo a la vez agua y sustancias nutritivas (Oñate, 2016).

2.1.8.3. Tallo

Es simple, erecto en forma de caña y macizo en su interior, tiene una longitud elevada pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, además es robusto y no presenta ramificaciones (Guacho, 2014).

2.1.8.4. Hojas

La hoja es alargada, del tipo paralelinervia y presentan tres partes bien definidas: la vaina, la lígula y el limbo. En primera instancia, el crecimiento apical (puntas de la hoja) es predominante, pero luego esto cambia, dándose el crecimiento por igual hacia todas las direcciones y originando la diferenciación de los tejidos.

2.1.8.5. Semilla

El grano de maíz está formado principalmente de 3 partes bien diferenciadas: la pared, un embrión diploide y el endospermo triploide, siendo este último muy variable, ya que es la estructura que le da al grano el color, tamaño y forma característico de cada variedad (Xavier & Maldonado, 2015).

2.1.9. Producción de maíz en el Ecuador

A nivel nacional la superficie cosechada de maíz duro presenta una tasa media de crecimiento de -0,66% entre el 2002 y 2011. En el 2011 se observa una reducción de 10,53%. La producción presenta una tasa promedio de crecimiento de 5,9% entre el 2002 y 2011; el 2011 presenta una tasa de variación de -4,36%, respecto al año anterior. El maíz duro seco está localizado principalmente en la región costa.

En el 2011 las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí sumaron el 72,29% de la superficie total cosechada de este producto. Se observa que la provincia de Los Ríos es la que más se dedica a este cultivo, con una participación del 42,15% a nivel nacional, de igual forma su

producción es la más alta, concentrando el 57,68% de las toneladas métricas del grano. Guayas y Loja concentran el 14,64% y 7,92% de la producción nacional respectivamente (Rodríguez, 2013).

2.1.10. Manejo agroecológico en el cultivo de maíz

En el cultivo de maíz se pueden realizar prácticas agroecológicas que disminuyan el impacto negativo que generan en la actualidad, estas prácticas involucran la no utilización de productos de síntesis química (agroquímicos) como es el caso de los fertilizantes, insecticidas, fungicidas, hormonas, herbicidas, etc.

Se aprovechan al máximo los recursos con que se cuenta en el predio o la zona, realizándose una serie de prácticas de manejo agroecológico que favorezcan un reciclaje permanente de nutrientes y energías, generando las condiciones de equilibrio y autorregulación del sistema.

De esta manera se obtienen alimentos sanos, naturales, libres de contaminantes químicos, cuidando la salud de quienes los producen, consumen y del medio ambiente que los rodea (Fleita, 2011).

2.1.11. Enfoque agroecológico y prácticas agroecológicas

En los agroecosistemas la producción, diversidad de cultivos, procesos ecológicos y el estado de los recursos naturales, están estrechamente relacionados con las actividades o prácticas culturales (el cómo se hace). El enfoque agroecológico tiene como uno de sus objetivos, que las prácticas agroecológicas permitan reducir y/o evitar el daño en la actividad del edafón (organismos vivos del suelo) estructura y composición del suelo, además de pretender maximizar los beneficios sociales, culturales, ecológicos y económicos. Los agroecosistemas con enfoque agroecológico se deben diseñar en función de la protección, del suelo, cultivos, agua y biodiversidad, además de mejorar la fertilidad del suelo, mediante la integración de árboles, arbustos, animales y cultivos, diversos. En el enfoque agroecológico es indispensable conocer las condiciones biofísicas locales para la correcta formulación y diseño de agroecosistemas, a través de prácticas agroecológicas. No se trata de una receta de cocina o caja de herramientas (agricultura convencional) que se aplican desconociendo las condiciones particulares de cada terreno.

El enfoque agroecológico, permite la conservación y uso de la agrobiodiversidad, lo que se traduce en una mayor complejidad en los agroecosistemas y por lo tanto en una mayor estabilidad frente algún tensor ambiental y/o de mercados.

Algunos ejemplos de prácticas culturales con enfoque agroecológico son: el manejo integrado de plagas, fertilización orgánica, las rotaciones y asociaciones de cultivos, el ciclaje de nutrientes, los policultivos, las cercas vivas, el manejo ecológico del suelo, la protección de fuentes hídricas, labranza mínima, mejoramiento de la estructura y funcionalidad del paisaje, la inclusión de flora nativa, uso de vegetación circundante entre otras (Velásquez, 2012).

2.1.12. Prácticas agroecológicas en el cultivo de maíz

2.1.12.1. Siembra de barreras vivas

Son hileras de plantas sembradas a poca distancia. El objetivo principal de estas barreras es formar un obstáculo que permite reducir la velocidad del agua que corre sobre la superficie del terreno y retener el suelo capturando los sedimentos que van en el agua de escorrentía.

Para cumplir esta finalidad debe utilizarse plantas perennes de crecimiento denso, sembradas en hileras continuas, a tresbolillo y distancias de 15 a 40 cm (Velásquez, 2017).

2.1.12.2. Usos y beneficios de las barreras vivas

Las barreras vivas de conservación de suelo pueden tener efecto sobre la incidencia de plagas y enfermedades del maíz y frijol.

También pueden servir de hábitat para albergar organismos benéficos que puedan ayudar a su control.

La incidencia de cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) en maíz sembrado bajo protección de barreras vivas, puede ser menor donde haya barreras.

Debido a la presencia de una mayor cantidad de enemigos naturales que puedan mantener las poblaciones bajo el nivel crítico.

- Las barreras vivas o vegetativas retienen la tierra que arrastra el agua, dejando pasar solamente el agua que corre.
- Las barreras son multiuso porque proporcionan beneficios en pastos, leña, alimento para animales y humanos y funcionan para el mejoramiento del suelo.
- Evita, a largo plazo, la pérdida de fertilidad de los suelos (Gutiérrez, 2005).

➤ **Hierba Luisa**

La barrera viva es una práctica que ayuda a la conservación del suelo y del agua en la parcela.

Las barreras vivas son cultivos que se siembran en curvas a nivel, principalmente en las laderas, con el propósito de controlar la erosión. Poseen la característica de que se manejan tupidas en los surcos, con alta densidad; por este motivo actúan como barreras.

Existe una gran gama de especies vegetales utilizadas como barreras vivas pero la más recomendadas son del tipo permanentes ya que estas controlan mejor la erosión son de mayor efectividad y en la mayoría de los casos presentan algún beneficio adicional ya que a más de que son utilizadas como barreras vivas tienen un efecto repelente de insectos. Entre los permanentes podemos citar al pasto limón o hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) (García, 2011).

2.1.12.3. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto, que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, químicas y biológicas.

Los abonos orgánicos pueden ser residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos verdes (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Compost materia orgánica que ha sido estabilizada hasta transformarse en un producto parecido a las sustancias húmicas del suelo, que está libre de patógenos y de semillas de malas hierbas, que no atrae insectos o vectores, que puede ser manejada y almacenada sin ocasionar molestias y que es beneficiosa para el suelo y el crecimiento de las plantas.

- **Usos y Beneficios.**

Los abonos orgánicos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Los efectos de los abonos orgánicos sobre las propiedades físicas van dirigidos hacia dos objetivos concretos: el mejoramiento de la estabilidad estructural y la regulación del balance hídrico del suelo.

En las propiedades químicas, los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.

Estos aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad.

En las propiedades biológicas, los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.

Así, se constituyen en una fuente de energía para los microorganismos, los cuales se multiplican más rápidamente.

Los residuos orgánicos que se aplican al suelo como abonos orgánicos, estén estos transformados o no, favorecen la fertilidad integral del suelo.

Esos productos liberan hacia la solución del suelo, los nutrientes en una forma lenta, lo cual eleva notoriamente su eficiencia de aplicación en comparación con los fertilizantes solubles de síntesis, inapropiadamente llamados fertilizantes químicos.

La materia orgánica es uno de los principales factores que contribuyen a la fertilidad y productividad de los suelos, ya que su influencia determina grandemente la mayoría de los procesos biológicos, químicos y físicos que rigen el sistema suelo-planta. Estiércol de vaca, oveja, caballo, etc (Porrás, 2013).

2.1.12.4. Compost

Es un abono obtenido de la descomposición de diferentes materiales orgánicos: estiércol de animales, restos de plantas, residuos de alimentos y carbón, realizada por microorganismos. Mejora las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo (Román , 2013).

2.1.12.4.1. Beneficios del compost

- Suministra macro elementos: Nitrógeno, Fósforo, Potasio y micro elementos.
- Los elementos que contienen los microorganismos se absorben lentamente.
- Suministra hormonas que ayudan al crecimiento de raíces y plantas.

2.1.13. Control de maleza en maíz agroecológico

En agricultura orgánica el principio básico para el manejo de malezas es la prevención.

Un buen manejo de malezas en agricultura orgánica consiste en crear las condiciones más adversas para el desarrollo de malezas tanto en época como en lugar.

Las malezas no afectan de la misma forma a los cultivos durante todo el ciclo, pues estos últimos son más sensibles a la competencia en sus estados de desarrollo iniciales.

Las medidas a tomar para el manejo de malezas en la agricultura agroecológica deben estar dirigidas a mantener los niveles de población de las malezas, niveles que no afecten de manera importante el rendimiento y calidad de los cultivos (Rossi, 2012).

2.1.13.1. Reducir el banco de semillas de malezas

Hacer un control de las malezas antes de que produzcan semillas, esto reduce la presión sobre el cultivo en ciclos siguientes. Además, el control debe realizarse también en el período en el que el terreno no tiene cultivo establecido.

2.1.13.2. Desbroce

Cosiste en cortar las malezas con maquinaria (desbrozadora) o herramientas, eliminando la parte aérea de las malezas sin modificar físicamente la estructura del suelo.

2.1.13.3. Deshierbe manual

Es un método que requiere de mucha mano de obra, y que actualmente se deja como última medida debido al alto costo que representa en algunos casos.

El uso de herramientas adecuadas incrementa la efectividad del control. Asimismo, es más fácil eliminar las malezas cuando están pequeñas (Intagri, 2017).

2.1.14. Bioinsecticidas

Los bioinsecticidas, tienen como objetivo primordial proteger al ambiente y mejorar la calidad de los alimentos.

Esta industria considera el uso de agentes microbianos de control o entomopatógenos (bacterias, hongos, virus, protozoarios y nemátodos), organismos entomófagos (depredadores y parasitoides), compuestos orgánicos, así como organismos y plantas transgénicas para el control de insectos plaga (García, 2015).

2.1.14.1. El Neem

El neem, conocido por su pronunciación inglesa “nim” es un árbol que mide de cuatro o cinco metros de altura, con hojas pequeñas de color verde intenso, frutos arracimados de forma cónica y de color amarillo, que destacan entre el follaje.

Por su belleza y originalidad se utiliza como árbol de tipo ornamental. Procede de la India, su nombre científico es *Azadirachta indica* A. Jus y pertenece a la familia.

Dos son los únicos enemigos naturales del neem: el chapulín o langosta al que le gusta comer los brotes tiernos, donde todavía no se acumula suficiente insecticida como para acabar con un insecto tan grande.

El zompopo (*Atta* sp, Hymenoptera), que se lleva las hojas a los hormigueros para producir con la fermentación de ellas y de otras hojas los hongos que les sirven de alimento. Como no come las hojas, no sufre los efectos de su veneno.

Para enfrentar ambas plagas se utilizan procedimientos mecánicos para ahuyentar a los insectos o dificultar su acceso al árbol.

El neem produce dos cosechas al año: la primera y más importante, de junio a agosto y la segunda, entre diciembre y enero.

El neem soporta la sequía, ayuda a controlar la erosión de los suelos, da buena sombra y es capaz de crear un microclima de frescura y verdor en zonas especialmente secas y áridas.

Sus hojas, al caer, se descomponen y ayudan a recuperar hasta los suelos más degradados. Su madera es de buena calidad y puede utilizarse tanto para muebles, como para leña cuando se hacen las necesarias podas anuales (Arriola, 2013).

2.1.14.2. Extracto natural de Neem

El árbol de Neem (*Azadirachta indica*) produce un compuesto o ingrediente activo biodegradable llamado azadiractina, el cual se concentra en las semillas de los frutos inmaduros y puede ser extraído fácilmente con solventes orgánicos.

El poder insecticida de la azadiractina se ha confirmado en 500 especies de insectos plaga y su baja toxicidad en campo para vertebrados e insectos benéfico (parasitoides, abejas y depredadores) (Villamil , 2012).

2.1.14.2.1. Modo de acción del extracto natural de Neem

El modo de acción de este insecticida es importante explicarlo; el efecto no es inmediato ocurre a los 2 ó 3 días cuando los insectos se van o dejan de alimentarse y mueren.

Un primer efecto es un efecto repulsivo: los insectos rechazan consumir las plantas tratadas y las abandonan.

El efecto primordial se produce cuando los parásitos ingieren la planta tratada: mueren o sufren trastornos fisiológicos y del comportamiento, letales al fin (3 a 15 días después del tratamiento) como por ejemplo el bloqueo de la metamorfosis de las larvas y ninfas, la esterilización de los adultos o la inhibición de los procesos alimentarios y de masticación.

El neem se comporta como un regulador de crecimiento, actúa sobre los insectos como una hormona juvenil: la azadirachtina, la principal sustancia activa, ingerida por la larva, impide la muda.

El insecto permanece en estado larvario y muere. Este segundo efecto es muy importante en el control de insectos perjudiciales: la azadirachtina penetra en la planta y espera a que los insectos succionen la savia (Gimeno, 2009).

2.1.14.3. Generalidades de los hongos entomopatógenos

La creciente inquietud por los efectos nocivos sobre la salud causados por las prácticas de la agricultura tradicional intensiva que involucra el uso de insecticidas sintéticos; la aparición de resistencia a los insecticidas químicos en algunos insectos de importancia económica hace que haya un interés cada vez mayor en el uso de insecticidas de origen biológico. En consecuencia, desde mediados del siglo XX ha habido gran expansión del mercado en base a hongos patógenos con actividad selectiva contra las plagas de insectos.

El uso de estos métodos de control se deriva de una disciplina denominada control biológico, que se basa en el principio natural en que muchas especies de organismos se alimentan, viven y se reproducen sobre otras, cuyas poblaciones son reguladas por las primeras en los diferentes ecosistemas, indirectamente esto logra que las cantidades alcanzadas por los grupos poblacionales no sean nocivas al sistema. Entre los microorganismos entomopatógenos, los hongos son considerados controladores promisorios, ya que pueden infectar a los insectos directamente a través de la penetración de la cutícula y poseen múltiples mecanismos de acción que les confieren una alta capacidad para evitar que el hospedero despliegue mecanismos de resistencia. Sin embargo, su crecimiento y desarrollo está limitado por las condiciones ambientales externas, en particular por la humedad, la radiación solar y la temperatura, que determinan la adecuada esporulación y germinación de las conidias.

En la actualidad, se han utilizado entre 12 a 15 especies de hongos entomopatógenos para el desarrollo de aproximadamente 170 productos, sin embargo, el número de especies de hongos que afectan insectos es sin duda superior parasitando individuos en todos los órdenes de insectos, en su mayoría pertenecientes a los órdenes Hemiptera, Diptera, Coleóptera, Lepidóptera, Hymenoptera y Orthoptera (Cortés, 2015).

2.1.14.4. Insecticida entomopatógeno *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana pueden causar enfermedades en los insectos, son llamados entomopatógenos. Este hongo vive naturalmente en el ambiente, suelos o en agua, como así también alojados en los mismos cuerpos de los insectos, causando su muerte en un plazo aproximado de cinco a siete días; con la posibilidad de propagar la enfermedad a otros insectos bajo condiciones favorables de temperatura y humedad.

2.1.14.4.1. Modo de acción del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*

El modo de acción de este hongo entomopatógeno consta de diferentes etapas. Cuando las esporas microscópicas del hongo entran en contacto con las células de la epicutícula del insecto, estas se adhieren e hidratan.

Las esporas germinan y penetran la cutícula del insecto. Una vez dentro, las hifas crecen destruyendo las estructuras internas del insecto y produciendo su muerte al cabo de unas horas. Tras ello, si las condiciones ambientales son favorables, se cubre de una esporulación blanquecina – amarillenta, que son las esporas del hongo con capacidad para ser propagadas de nuevo y reinfestar a nuevos insectos (Barret, 2008).

2.1.14.5. Principales ventajas y desventajas del uso de hongos entomopatógenos para el control de plagas.

Principales ventajas:

- Presentan grados variables de especificidad, pueden ser específicos a nivel de familia o especies muy relacionadas.
- En el caso de las cepas pueden ser específicas a nivel de especie, sin afectar a los enemigos naturales.
- Si el entomopatógeno encuentra las condiciones adecuadas para introducirse y colonizar un ecosistema, se reproduce y renueva en forma continua, es decir, se vuelve persistente, haciendo innecesarias nuevas aplicaciones.

- Se pueden aplicar mezclas de hongos entomopatógenos con dosis sub letales de insecticidas para lograr efectos sinérgicos superiores a los logrados con aplicaciones de cada producto por separado.
- No contaminan el medio ambiente ni afectan al hombre u otros animales superiores.
- Cuando el hongo no llega a causar la muerte directamente, se presentan efectos secundarios que alteran el normal desarrollo del ciclo de vida del insecto (A. Hernández, 2016).

Principales desventajas:

- Sensibilidad a la variación de las condiciones climáticas como temperaturas extremas, desecación y luz ultravioleta.
Estas limitantes están siendo contrarrestadas mediante el uso de aditivos (protectores solares, aceites, anti desecantes).
- Requieren de condiciones de almacenamiento más exigentes que las moléculas inorgánicas, para evitar que pierdan su patogenicidad. En general los insecticidas biológicos no matan instantáneamente.
- Alcanzan buenos niveles de control entre una y tres semanas después de la aplicación, dependiendo de la plaga y del ambiente.
- Sin embargo, el insecto deja de ser plaga al ser parasitado por el hongo, deja de alimentarse mucho antes de morir, disminuyendo el daño (A. Hernández, 2016).

2.1.15. Aplicación de granulados caseros

Para la aplicación de cebos, se utiliza comúnmente arena como materia inerte y absorbente. Aquellos insecticidas que son granulados o en polvo, se preparan de la siguiente manera: el granulado se mezcla con el agua y se lo distribuye sobre una superficie plana donde se encuentra la arena, homogeneizándolo con una pala, quedando listo para su aplicación (Moreno, 2011).

2.1.16. Lorsban

El Lorsban cuyo ingrediente activo es (clorpirifos) es un insecticida que actúa por contacto, ingestión e inhalación sobre los insectos y ácaros.

Se clasifica como un producto moderadamente peligroso, de CLASE II. Los plaguicidas organofosforados se caracterizan por tener un espectro de acción más estrecho que los organoclorados, por su baja persistencia y rápida descomposición a productos no tóxicos.

Clasificación toxicológica:

- **Peligrosidad general:** Nocivo (Xn) y Peligroso para el medioambiente (N).
Peligrosidad para Fauna
- **Terrestre:** Categoría B: Medianamente peligroso para mamíferos y aves
- **Acuícola:** Categoría C: Muy peligroso para peces
- **Apícola:** Muy peligroso para las abejas

Como desventaja se tiene que estos productos organofosforados son de alta toxicidad para vertebrados, insectos benéficos y seres humanos. El movimiento de los plaguicidas y sus compuestos está influenciado por diversos factores como: adsorción, volatilización, dilución, actividad biológica y reactividad (Castro, Cameranesi, Jaime, & Posse, 2011).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

El presente trabajo se lleva a cabo en la Finca Experimental del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 vía Quevedo – El Empalme, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: 79° 27’ de longitud Oeste y 01° 06’ de latitud Sur a una altitud de 75 metros sobre el nivel del mar.

3.2. Características agro climáticas

La zona presenta un clima tipo tropical húmedo con temperatura media anual de 24.4, humedad relativa del 75%, Heliofanía anual de 894 horas, precipitación media anual de 2252.2 mm, repartidos en dos épocas, una lluviosa con 97% y otra seca con el 3% restante. Topografía ligeramente regular, tipo de suelo franco arcilloso y pH de 5.7. ¹.

3.3. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, ya que se manipularon tratamientos diferentes para establecer la más alta eficacia eficaz en el control del gusano cogollero del cultivo maíz, para la posterior evaluación y tabulación de las variables.

3.4. Métodos de investigación

En la presente investigación se utilizaron los siguientes métodos:

Método deductivo: Se utilizó este método para determinar el tratamiento que presento una mayor eficiencia en el control del gusano cogollero, partiendo de la información obtenida de diferentes fuentes bibliográficas y mediante los datos recopilados mediante la observación en el experimento.

Analítico: Se empleó para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la investigación.

¹ Estación Meteorológica Pichilingue INAMHI. Serie Multianual 1970 – 2000.

3.5. Fuente de recopilación de la investigación

La información recopilada para la investigación se obtuvo de fuentes primarias, a través de la observación directa mediante la evaluación de diferentes variables; fuentes secundarias, como lo son libros, revistas, publicaciones científicas en línea, boletines divulgativos, etc.

3.6. Material genético

Para realizar la siembra del cultivo de maíz se utilizará la variedad INIAP H601 el cual tiene tolerancia a factores bióticos (plagas, enfermedades), además de abióticos (como la sequía), días a la floración a los 55 días, tiene un ciclo vegetativo de 120 días. Su rendimiento de 7400 kg ha⁻¹ en condiciones de terreno plano y con riego (INIAP, 2004).

3.7. Diseño experimental

Se aplicará el diseño Bloques Completos al Azar (BCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

3.8. Análisis estadístico

Los datos se procesarán mediante análisis de varianza y las medias se compararán por la Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) para establecer las diferencias estadísticas entre las medias de cada tratamiento en estudio. El procesamiento estadístico de los datos se lo realizará con el software estadístico InfoStat.

En la tabla 1 se presenta el esquema del análisis de varianza:

Fuentes de variación		Grados de libertad
Repeticiones	$(r - 1)$	3
Tratamientos	$(t - 1)$	4
Error Experimental	$(r - 1) * (t - 1)$	12
Total	$(T - 1)$	19

Tabla 1. Esquema del ADEVA

3.9. Características del lote experimental

En la tabla 2 representa las características usadas en el trabajo de investigación:

Tabla 2. Características usadas en el trabajo de investigación

Superficie del experimento	456 m ² (16 m x 28.5 m)
Área de la parcela	19.2 m ² (3.20 m x 6 m)
Área de la parcela útil	9.6 m ² (1.60 m x 6 m)
Número de parcelas	20
Número de hileras	4
Número de hileras útiles por parcela	2
Distancia entre hileras	0.80 m
Distancia entre plantas	0.20m
Plantas por hileras	30
Plantas por parcela	120

3.10. Instrumentos de investigación

3.10.1. Tratamientos estudiados

Se establecerán los tratamientos que se detallan a continuación:

Tratamientos	Dosis ²
T ₁ Extracto natural de hoja de Neem	1.88 L
T ₂ Producto comercial Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	5 L
T ₃ Mezcla (Neem+ <i>Beauveria bassiana</i>)	6.88 L ³
T ₄ Cebo químico (Arena 80kg + Lorsban 300cc)	80 kg ha ⁻¹
T ₅ Sin Aplicación	-

2 Las dosis empleadas fueron tomadas de una investigación doctoral que se está realizando.

3 La dosis utilizada para la mezcla se encuentra en la descripción del tratamiento 3.

3.10.2. Descripción de los tratamientos

Se realizaron observaciones de la presencia del daño fresco en la hoja nueva o cogollo en 10 plantas de maíz seleccionadas al azar en cada una de las dos hileras centrales de cada tratamiento (20 plantas por tratamiento), se obtuvieron promedios de umbral de presencia de daño del gusano cogollero entre 25% a 30% por lo que se procedió a la aplicación de los tratamientos que se detallan a continuación:

3.10.2.1. Tratamiento 1 (T1)

Consistió en la elaboración del extracto natural de hoja de Neem (Anexo 1) empleando la metodología descrito por (Raga, 2013), utilizando 800 gr de hojas de material vegetal en 8 litros de agua.

La preparación del extracto se lo realizó en una estufa a 40°C en baño María utilizando el agua con las hojas previamente lavadas por 15 minutos, una vez obtenida la infusión de las hojas mediante un cedazo o cernidera se separó las hojas y el agua.

Una vez realizado ese procedimiento se tomó la mitad del agua obtenida y se volvieron a utilizar las hojas reservadas y se volvió a colocar en la estufa en baño María por 15 minutos más, realizado esto se volvió a separar las hojas obteniendo 2 litros de extracto de hoja Neem (Anexo 2), siendo la dosis para la aplicación de 1.88 litros en tanque de 200 litros de agua para una hectárea.

3.10.2.2. Tratamiento 2 (T2)

Para el tratamiento se usó el producto comercial Bassigeos (Anexo 3) a base de *Beauveria bassiana* en dosis de 5 litros en un tanque de 200 litros de agua por hectárea.

3.10.2.3. Tratamiento 3 (T3)

Para la elaboración del tratamiento consistió en mezclar las dosis antes establecidas de 1.88L para el extracto natural de hoja de Neem y 5L del producto comercial Bassigeos (*Beauveria bassiana*) en un tanque de 200 litros de agua por hectárea.

3.10.2.4. Tratamiento 4 (T4)

Empleando la metodología propuesta por (Páliz & Mendoza, 1999) para la preparación del cebo químico de Lorsban más arena en relación de 300cc (Lorsban) + 80 kg (Arena)/ ha.

Para la preparación del cebo se diluyó el producto químico en 1 litro de agua y luego se empleó una bomba CP3 para asperjar el mismo sobre la arena hasta que esta quede humedecida uniformemente (Anexo 4).

Se aplicó el cebo directamente al cogollo de las plantas afectadas por el gusano cogollero.

3.10.2.5. Tratamiento 5 (T5)

En este tratamiento no se realizó ningún tipo de control, para permitir que el gusano cogollero (*S. frugiperda*) se desarrolle de forma libre.

3.10.3. Manejo del experimento

3.10.3.1. Preparación del terreno

Una vez considerada el área en la que la investigación sería realizada se preparó el terreno con un pase de rastra quedando apto para la siembra (Anexo 5).

3.10.3.2. Siembra de barrera viva

Se realizó la siembra de hierba Luisa como barrera viva (Anexo 6) para proteger al cultivo de agentes externos a la investigación, evitar la erosión ya que el terreno presentaba una ligera inclinación.

3.10.3.3. Siembra

La siembra se la realizó manualmente (Anexo 7) utilizando un espeque depositando 2 semillas de maíz híbrido INIAP H-601 por sitio a una distancia de 0.20 entre planta y 0.80 m entre hileras.

3.10.3.4. Control de malezas

El control de maleza se lo realizó de manera manual con deshierbador durante la fase de preemergencia y emergencia del cultivo, posteriormente se realizaron deshierbes manuales cada 15 días con machete (Anexo 8).

3.10.3.5. Raleo

El raleo de plantas se lo realizó a los 12 días después de la siembra, dejando la planta más vigorosa que se encontraba por sitio.

3.10.3.6. Control de plagas y enfermedades

Para el control del gusano cogollero (*S. frugiperda*) se realizó la aplicación de los tratamientos en estudio (Anexo 9). Para control de enfermedades no fue necesario la aplicación de algún producto ya que se presentaron umbrales muy bajos.

3.10.3.7. Riego

El riego se lo realizó 3 veces por semana durante 8 semanas cuando el cultivo se encontraba en la fase vegetativa y 4 veces por semana durante 4 semanas cuando el cultivo estaba en etapa de floración y llenado del fruto.

3.10.3.8. Fertilización

A los 12 días de haber realizado la siembra se aplicó compost en dosis de 0.5 kg/m², posteriormente a los 30 días se aplicó la misma dosis de compost para incorporar nutrientes al suelo y que puedan ser aprovechados por el cultivo (Anexo 10).

3.10.3.9. Cosecha

La cosecha se la realizó manualmente cuando los granos lograron la madurez fisiológica de cada parcela experimental (Anexo11); se recolectó las mazorcas y posteriormente se las desgranó manualmente.

3.10.4. Registro de datos y forma de evaluación

3.10.4.1. Porcentaje de incidencia y de eficacia de control de bioinsecticidas agroecológicos aplicados sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*

Se determinó el porcentaje de incidencia y eficacia de presencia y control del gusano cogollero, efectuando las lecturas a los 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 días después de la aplicación del producto en 20 plantas (100%) al azar de las dos hileras centrales de cada unidad experimental (Anexo 12), también se realizó una toma de datos final de la incidencia de la plaga a los 28 días después de la aplicación de los productos.

Las aplicaciones se realizarán al follaje en horas de la mañana hasta las 9:00 am o por la tarde a las 16:00 pm.

El valor de porcentaje de incidencia se obtendrá aplicando la metodología propuesta por (Cayetano et al., 2017) la cual se basa en la observación de la presencia de daño fresco (Anexo 13) en las plantas causadas por el gusano cogollero y aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas con daño fresco}}{\text{Número de plantas evaluadas}} \times 100$$

Para el cálculo de la eficacia de cada tratamiento se realizará mediante la fórmula de Abbot (1925) para el cálculo de eficacia cuando se utiliza la infestación o daño fresco como criterio de evaluación.:

$$\text{Eficacia} = \left(1 - \frac{Nt}{Nt'}\right) \times 100$$

Donde:

Nt = plantas afectadas con daño fresco en tratamiento

Nt' = plantas afectadas con daño fresco en testigo absoluto

3.10.4.2. Efectos de la aplicación de los tratamientos sobre la fauna benéfica

Se realizó un inventario de los insectos benéficos más comunes, dentro de cada unidad experimental a los 20 días posteriores a la aplicación de los tratamientos (Anexo 14). Para lo cual se realizaron observaciones y conteo en forma aleatoria teniendo como referencia imágenes del artículo publicado por (T. Hernández et al., 2018).

3.10.4.3. Porcentaje de mazorcas con daño

Se contabilizó el número de mazorcas de maíz de cada parcela al momento de la cosecha diferenciando las que presentaban algún daño por insectos plagas y de las mazorcas en buen estado (Anexo 15), consecutivamente se procedió a calcular el porcentaje de mazorcas sanas y dañadas en la parcela útil, para efecto se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mazorcas (sanas/dañadas)} = \frac{\text{Número de mazorcas del tratamiento}}{\text{Número de mazorcas total}} \times 100$$

3.10.4.4. Rendimiento por en Kg ha⁻¹

La cosecha se realizó a los 120 días, en un área de 19.2 m² (3.2 m x 6 m). Para cada parcela se registró el rendimiento en (kg por parcela) para posteriormente llevar se transformado a kg ha⁻¹.

Para obtener los datos se utilizó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{R*(100-Ha)}{100-Hr}$$

donde,

R: Rendimiento (kg por parcela)

Ha: Humedad actual

Hr: Humedad requerida

3.10.4.5. Análisis de costo de los tratamientos

Se realizó el análisis económico en función del costo de los tratamientos y nivel de rendimiento. Se estableció los rubros que representan los costos de los bioinsecticidas en relación a la dosis de aplicación sumándole el costo de la aspersión de los bioinsecticidas.

3.10.5. Recursos humanos y materiales

3.10.5.1. Recursos humanos

Para el presente trabajo de investigación se contó con la colaboración del Ing. Ramiro Gaibor en calidad de Director del Proyecto de Investigación y como colaborador en los tratamientos aplicados.

3.10.5.2. Recursos materiales

A continuación, en la tabla 3 se presenta una lista de los materiales y/o equipos utilizados en el trabajo de investigación:

Tabla 3. Materiales/equipos utilizados en la investigación

Materiales/equipos	Cantidad
Bomba de mochila	1
Machete	1
Cinta métrica	1
Regla	1
Computadora	1

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Porcentaje de incidencia y eficacia de control de bioinsecticidas agroecológicos aplicados sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*

Los promedios porcentuales de incidencia y eficacia de los bioinsecticidas agroecológicos se muestran en las tablas 4 y 5. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para incidencia y eficacia; siendo los coeficientes de variación de 10,57% y 43,79%, respectivamente.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento sin aplicación presentó la mayor incidencia con 28,75% estadísticamente igual a los demás tratamientos que mostraron incidencia entre 26,25 y 27,5% superiores al cebo químico que registró la menor incidencia de daño del gusano cogollero con el 6,25%.

La mayor eficacia de los bioinsecticidas se observó en el cebo químico con 78,25% de control del gusano cogollero, estadísticamente superior a los demás tratamientos que mostraron porcentajes entre 4,25 y 8,50%.

Tabla 4. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 3 DDA.

Tratamientos	Incidencia del daño (%)
Extracto natural de hoja de Neem	27.50 a
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	26.25 a
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	27.50 a
Cebo químico	6.25 b
Sin aplicación	28.75 a
Coefficiente de variación (%)	10.57

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Tabla 5. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 3 DDA.

Tratamientos	Eficacia del control (%)	
Extracto natural de hoja de Neem	4,25	b
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	8,50	b
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	4,25	b
Cebo químico	78,25	a
Sin aplicación	0.00	b
Coefficiente de variación (%)	43.79	

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Los promedios porcentuales de incidencia y eficacia de los bioinsecticidas agroecológicos se muestran en las tablas 6 y 7. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para incidencia y eficacia; siendo los coeficientes de variación 17,10% y 43,31%, respectivamente.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento sin aplicación presentó la mayor incidencia con 28,75% estadísticamente igual a los demás tratamientos que mostraron incidencia entre 22,50 y 25,00% superiores al cebo químico que registró la menor incidencia de daño del gusano cogollero con el 1,25%.

La mayor eficacia de los bioinsecticidas se observó en el cebo químico con 95,75% de control del gusano cogollero, estadísticamente superior a los demás tratamientos que mostraron promedios entre 12,50% y 20,75%.

Tabla 6. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 6 DDA.

Tratamientos	Incidencia del daño (%)	
Extracto natural de hoja de Neem	22.50	a
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	25.00	a
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	25.00	a
Cebo químico	1.25	b
Sin aplicación	28.75	a
Coefficiente de variación (%)	17.10	

Tabla 7. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 6 DDA.

Tratamientos	Eficacia del control (%)	
Extracto natural de hoja de Neem	20.75	b
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	12.50	b
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	13.50	b
Cebo químico	95.75	a
Sin aplicación	0.00	b
Coefficiente de variación (%)	43.31	

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Los promedios porcentuales de incidencia y eficacia de los bioinsecticidas agroecológicos se muestran en las tablas 8 y 9. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para incidencia y alta significancia estadística para eficacia; siendo los coeficientes de variación 20,67% y 32,30%, respectivamente.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento sin aplicación presentó la mayor incidencia con 28,75% siendo estadísticamente igual al tratamiento bassigeos (*Beauveria bassiana*) que mostró un promedio de 22,50%, superiores a los demás tratamientos que mostraron incidencia entre 16,25 y 17,50% superiores al cebo químico que registró la menor incidencia de daño del gusano cogollero con el 1,25%.

La mayor eficacia de los bioinsecticidas se observó en el cebo químico con 95,75% de control del gusano cogollero, estadísticamente superior a los demás tratamientos con promedios entre 20,75% y 43,25%.

Tabla 8. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 9 DDA.

Tratamientos	Incidencia del daño (%)	
Extracto natural de hoja de Neem	17.50	b
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	22.50	ab
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	16.25	b
Cebo químico	1.25	c
Sin aplicación	28.75	a
Coefficiente de variación (%)	20.67	

Tabla 9. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 9 DDA

Tratamientos	Eficacia del control (%)	
Extracto natural de hoja de Neem	38.25	b
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	20.75	bc
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	43.25	b
Cebo químico	95.75	a
Sin aplicación	0.00	c
Coefficiente de variación (%)	32.30	

Los promedios porcentuales de incidencia y eficacia de los bioinsecticidas agroecológicos se muestran en las tablas 10 y 11. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para incidencia y significancia estadística para eficacia; siendo los coeficientes de variación 29,21% y 20,29%, respectivamente.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento sin aplicación presentó la mayor incidencia con 30,00% siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios entre 8,75 y 13,75%; siendo el cebo químico el que registró la menor incidencia con un promedio de 1,25%.

La mayor eficacia de los bioinsecticidas se observó en el cebo químico con 95,75% de control del gusano cogollero, en igualdad estadística con el extracto natural de hoja de Neem y la mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) que presentaron promedios de 70,25% cada uno, superiores al producto bassigeos (*Beauveria bassiana*) el cual mostró promedio de 52,00%.

Tabla 10. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 12 DDA.

Tratamientos	Incidencia del daño (%)	
Extracto natural de hoja de Neem	8.75	bc
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	13.75	b
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	8.75	bc
Cebo químico	1.25	c
Sin aplicación	30.00	a
Coefficiente de variación (%)	29.21	

Tabla 11. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 12 DDA.

Tratamientos	Eficacia del control (%)	
Extracto natural de hoja de Neem	70.25	ab
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	52.00	b
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	70.25	ab
Cebo químico	95.75	a
Sin aplicación	0.00	c
Coefficiente de variación (%)	20.29	

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Los promedios porcentuales de incidencia y eficacia de los bioinsecticidas agroecológicos se muestran en las tablas 12 y 13. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para incidencia y significancia estadística para eficacia; siendo los coeficientes de variación 31,21% y 12,14%, respectivamente.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento sin aplicación presentó la mayor incidencia con 31,25% estadísticamente superior a los demás tratamientos que mostraron incidencia entre 1,25% y 06,25%.

La eficacia de los bioinsecticidas presentó igualdad estadística entre los tratamientos con promedios entre 79,75% y 96,50% de control del gusano cogollero.

Tabla 12. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 15 DDA.

Tratamientos	Incidencia del daño (%)	
Extracto natural de hoja de Neem	6.25	b
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	3.75	b
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	1.25	b
Cebo químico	3.75	b
Sin aplicación	31.25	a
Coefficiente de variación (%)	31.21	

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Tabla 13. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 15 DDA.

Tratamientos	Eficacia del control (%)
Extracto natural de hoja de Neem	79.75 a
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	88.00 a
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	96.50 a
Cebo químico	87.50 a
Sin aplicación	0.00 b
Coefficiente de variación (%)	12.14

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Los promedios porcentuales de incidencia y eficacia de los bioinsecticidas agroecológicos se muestran en las tablas 14 y 15. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para incidencia y nula significancia estadística para eficacia; siendo los coeficientes de variación de 45,49% y 17,29%, respectivamente.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento sin aplicación presentó la mayor incidencia con 31,25% estadísticamente superior a los demás tratamientos que mostraron incidencia entre 1,25 y 7,50%.

La eficacia de los bioinsecticidas presentó igualdad estadística entre los tratamientos con promedios entre 73,75% y 96,50% de control del gusano cogollero.

Tabla 14. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 18 DDA.

Tratamientos	Incidencia del daño (%)
Extracto natural de hoja de Neem	7.50 b
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	2.50 b
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	1.25 b
Cebo químico	3.75 b
Sin aplicación	31.25 a
Coefficiente de variación (%)	45.49

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Tabla 15. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 18 DDA.

Tratamientos	Eficacia del control (%)
Extracto natural de hoja de Neem	73.75 a
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	91.50 a
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	96.50 a
Cebo químico	86.50 a
Sin aplicación	0.00 b
Coefficiente de variación (%)	17.29

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Los promedios porcentuales de incidencia y eficacia de los bioinsecticidas agroecológicos se muestran en las tablas 16 y 17. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para incidencia y nula significancia estadística para eficacia; siendo los coeficientes de variación de 38,49% y 17,88%, respectivamente.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento sin aplicación presentó la mayor incidencia con 32,50% estadísticamente superior a los demás tratamientos que mostraron incidencia entre 2,50 y 10,00%.

La eficacia de los bioinsecticidas presentó igualdad estadística entre los tratamientos con promedios entre 67,25% y 92,25% de control del gusano cogollero.

Tabla 16. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 21 DDA.

Tratamientos	Incidencia del daño (%)
Extracto natural de hoja de Neem	10.00 b
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	5.00 b
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	2.50 b
Cebo químico	6.25 b
Sin aplicación	32.50 a
Coefficiente de variación (%)	38.49

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Tabla 17. Eficacia del control del gusano cogollero con los tratamientos en estudio 21 DDA.

Tratamientos	Eficacia del control (%)
Extracto natural de hoja de Neem	67.25 a
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	85.25 a
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	92.25 a
Cebo químico	79.25 a
Sin aplicación	0.00 b
Coefficiente de variación (%)	17.88

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Los promedios porcentuales de incidencia se muestran en la tabla 18. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística; siendo el coeficiente de variación de 43,30%.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento sin aplicación presentó la mayor incidencia con 28,75%.

La incidencia resultó ser estadísticamente superior a los demás tratamientos que mostraron valores entre 2,5% y 8,75%.

Tabla 18. Incidencia del ataque del gusano cogollero en los tratamientos en estudio 28 DDA.

Tratamientos	Eficacia del control (%)
Extracto natural de hoja de Neem	28.75 a
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	8.75 b
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	3.75 b
Cebo químico	2.5 b
Sin aplicación	2.5 b
Coefficiente de variación (%)	43.30

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.2. Efecto de la aplicación de los tratamientos sobre la fauna benéfica

En el área de estudio se observó la presencia de distintas especies de insectos benéficos controladoras del gusano cogollero tanto en su fase de huevo como en sus primeros estadios larvales, las cuales son presentadas en la tabla 19, siendo las familias *Chrysopidae* y *Coccinellidae* las que en mayor número se encontraban presentes en el cultivo.

Tabla 19. Insectos benéficos presentes en el área de estudio

Nombre común	Nombre científico	Familia	Número de insectos presentes
Avispa cartonera, Avispa roja	<i>Polistes infuscatus</i>	<i>Vespidae</i>	17
Crisopa, alas de encaje y hadas bonitas	<i>Crisopa sp.</i>	<i>Chrysopidae</i>	351
Chinches	<i>Zelus sp.</i>	<i>Reduviidae</i>	103
Vaquita Roja, mariquita	<i>Cycloneda sanguinea</i>	<i>Coccinellidae</i>	113
Hormiga tostada	<i>Camponotus sp.</i>	<i>Formicidae</i>	62

4.1.3. Porcentaje de mazorcas sanas

Los promedios porcentuales de las mazorcas sanas en los tratamientos se muestran en la tabla 20. El análisis de varianza determinó alta significancia; siendo el coeficiente de variación de 02,49%.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) presentó el mayor porcentaje de mazorcas sanas siendo estadísticamente igual a los demás tratamientos que mostraron promedios entre 87,75% y 89,75% mostrando superioridad estadística frente al tratamiento sin aplicación el cual mostró el menor porcentaje de mazorcas sanas con 67,50%.

Tabla 20. Porcentajes de mazorcas sanas en los tratamientos.

Tratamientos	Porcentaje de mazorcas sanas (%)	
Extracto natural de hoja de Neem	87.75	a
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	89.75	a
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	90.75	a
Cebo químico	88.25	a
Sin aplicación	67.50	b
Coefficiente de variación (%)	02.49	

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.4. Porcentaje de mazorcas dañadas

Los promedios porcentuales de las mazorcas dañadas en los tratamientos se muestran en la tabla 21. El análisis de varianza determinó alta significancia; siendo el coeficiente de variación de 14,14%.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento sin aplicación presentó el mayor porcentaje de mazorcas dañadas con 32,75% siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos que mostraron promedios entre 09,50% y 12,25% correspondientemente.

Tabla 21. Porcentajes de mazorcas dañadas en los tratamientos

Tratamientos	Porcentaje de mazorcas dañadas (%)	
Extracto natural de hoja de Neem	12.25	b
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	10.50	b
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	09.50	b
Cebo químico	11.75	b
Sin aplicación	32.75	a
Coefficiente de variación (%)	14.14	

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.5. Rendimiento en kg ha⁻¹

Los promedios porcentuales del rendimiento del cultivo se muestran en la tabla 22. El análisis de varianza determinó alta significancia; siendo el coeficiente de variación de 05,47%.

Efectuada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el tratamiento mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) presentó el mayor rendimiento con 4749,25 kg ha⁻¹ siendo estadísticamente igual a los demás tratamientos que mostraron rendimientos entre 4421,00 kg ha⁻¹ y 4679,50 kg ha⁻¹ mostrando superioridad estadística frente al tratamiento sin aplicación el cual registró el menor rendimiento con 3030,75 kg ha⁻¹ respectivamente.

Tabla 22. Rendimiento de los tratamientos expresados en kg ha⁻¹

Tratamientos	Rendimiento en kg ha⁻¹	
Extracto natural de hoja de Neem	4421.00	a
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	4679.50	a
Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	4749.25	a
Cebo químico	4661.75	a
Sin aplicación	3030.75	b
Coefficiente de variación (%)	05.47	

* Promedios de datos con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.6. Análisis económico

En la Tabla 23 se presentan los valores promedios de rendimiento y costos originados por la aplicación de los tratamientos para efecto del análisis económico en el cultivo de maíz. La mejor utilidad marginal la obtuvo el tratamiento cebo químico con un valor de \$325.23, mientras que el tratamiento bioinsecticida bassigeos (*Beauveria bassiana*) fue el que presentó la utilidad marginal más próxima a la mostrada por el cebo químico con un valor de \$286.24. Por otra parte, los tratamientos bioinsecticidas extracto natural de hoja de neem y mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) presentaron utilidades de \$251.87 y \$270.81 respectivamente.

Tabla 23. Análisis económico del rendimiento del cultivo de maíz en función del costo de los tratamientos

N°	Tratamientos	Dosis	Rendimiento en kg ha ⁻¹	Incremento del rendimiento	Valor del incremento	Costo del tratamiento	Costo variable	Utilidad marginal
1	Extracto natural de hoja de Neem	1,88 L	4421,00	1390,25	\$ 333,66	\$ 40,08	\$ 81,79	\$ 251,87
2	Bassigeos	5 L	4679,50	1648,75	\$ 395,70	\$ 60,00	\$ 109,46	\$ 286,24
3	Mezcla (Neem + <i>Beauveria bassiana</i>)	6,88 L	4749,25	1718,50	\$ 412,44	\$ 90,08	\$ 141,64	\$ 270,81
4	Cebo químico (Arena + Lorsban)	80 kg ha ⁻¹	4661,75	1631,00	\$ 391,44	\$ 17,28	\$ 66,21	\$ 325,23
5	Sin aplicación	-	3030,75	-	-	-	-	-

Extracto natural de hoja de Neem:	\$16 cada litro	Cosecha y transporte	\$ 0,03
Bassigeos (<i>Beauveria bassiana</i>)	\$10 cada litro	Precio de venta	\$ 0,24
Cebo químico (Arena + Lorsban)	\$7,28 los 80 kg de cebo químico		
Jornal	\$10		

4.2. Discusión

A los 6 días después de la aplicación de los tratamientos la incidencia del daño fue muy baja en el tratamiento 4 (cebo químico) con una diferencia de 24% en relación a los tratamientos 2 y 3 bassigeos (*Beauveria bassiana*) y la mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) respectivamente, mientras que la eficacia en el control del gusano cogollero presenta al testigo químico (cebo químico) como el tratamiento que obtuvo el mayor control con una diferencia de 75% respecto al tratamiento 1 (extracto natural de hoja de neem) el cual es su inmediato seguidor en términos de control; la gran diferencia en la incidencia del daño puede deberse a que el tratamiento 4 (cebo químico) contiene Lorsban cuyo ingrediente activo es (clorpirifos) el cual es un insecticida que tiene una actividad por contacto, ingestión e inhalación motivo por el cual su mecanismo de acción es casi de manera inmediata como lo confirma (Albuja, Recto, & Llumiquinga, 2016) otro concepto válido es lo mencionado por (Palacios, 2007) quien confirma que la disminución de la incidencia de daño se encuentra entre los 5 y 10 días posteriores a la realización de la aplicación; en tanto que para la eficacia en el control del gusano cogollero se obtiene un resultado cercano al presentado por (González, Gurrola, & Chaírez, 2015) quienes en su investigación titulada “Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)” mencionan que Lorsban® causa el 100% de control, lo que indica que este producto es altamente tóxico para el insecto plaga.

El porcentaje de incidencia de daño del gusano cogollero a los 15 DDA evidencia que el tratamiento 4 (cebo químico) tiene una incidencia menor al tratamiento 1 (extracto natural de la hoja de Neem) con una diferencia 2.5% siendo dicha diferencia muy reducida en relación a días anteriores en los cuales superaba el 7.5%, por su parte el tratamiento 3 mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) tiene una mayor disminución en la incidencia del daño con una diferencia de 2.5% comparado con el cebo químico; por otro lado el extracto natural de neem a pesar de presentar su eficacia más alta aun así se encuentra por debajo del tratamiento 4 (cebo químico) con una diferencia de 7,75%. Los datos expresados por el cebo químico al ser comparados con los de (Montes, Espinosa, Garrido, & Gutiérrez, 1999) en su artículo titulado “Efecto Del extracto de la hoja del árbol de Neem (*Azadirachta indica*) en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maíz (*Zea mays L.*)”, en el cual se concluyó que el extracto de la hoja de Neem mostraron reducción en la incidencia con promedio de 6,10% casi similares al cebo químico el cual mostró un promedio de 4,2%, existiendo una

diferencia de un 2% entre el cebo químico y el extracto de la hoja de neem, sobre el porcentaje de incidencia de daño a la planta de maíz. La disminución de la incidencia del daño del tratamiento mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) puede deberse a que los bioinsecticidas necesitan más tiempo para ejercer su determinado modo de acción y proceso infectivo en las plagas lo cual es sostenido por (Carrillo & Blanco, 2009) y (Celis et al., 2008) en sus respectivas publicaciones. Mientras que la baja eficacia del extracto natural de Neem puede deberse a que la estabilidad de los derivados vegetales se degradan por factores ambientales haciendo perder el efecto insecticida de los mismos disminuyendo su eficacia de control como lo menciona (Valarezo, 2003).

Para la incidencia de daño 18 DDA en el tratamiento 2 bassigeos (*Beauveria bassiana*) tuvo la incidencia más baja que días anteriores con una diferencia de 1.25% respecto al tratamiento 4 (cebo químico)1...; por su parte los tratamientos 2 bassigeos (*Beauveria bassiana*) y 3 mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) muestran una eficacia de control superior a la del tratamiento 4 (cebo químico) con un 5% y 10% respectivamente. Los resultados de incidencia se asemejan a los obtenidos por (Cayetano et al., 2017) el cual menciona en su artículo titulado “Insecticidas biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* Smith, su incidencia en el rendimiento” que el resultado del porcentaje de incidencia de daño fresco a los 21 días después de la aplicación el tratamiento químico presentó una baja incidencia con 11.47% comparado con un producto a base de *Beauveria bassiana* el cual mostró una incidencia de 13.93% habiendo una diferencia de 2.5% entre el tratamiento químico y el producto a base de *Beauveria bassiana*; la diferencia de resultados puede deberse a que la dosis utilizada para la presente investigación fue de 25cc por cada litro de agua mientras que para la investigación antes citada se trabajó con una dosis de 15 cc por cada litro de agua. En términos de eficacia los tratamientos 2 bassigeos (*Beauveria bassiana*) y 3 mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) presentan variantes las mismas que pueden ser ocasionadas debido a que ambos tratamientos bioinsecticidas contienen un organismo vivo (*Beauveria bassiana*) con lo cual las esporas quedan en el cultivo reactivándose cuando hay la presencia de un organismo vivo siendo esto una ventaja y resultando una protección residual a largo plazo manteniendo así su alto porcentaje de eficacia tal como lo menciona (Crespo Martín et al., 2018).

Los resultados mostraron que el control oportuno del gusano cogollero permiten tener un mayor número de mazorcas sanas alcanzando un porcentaje mayor de 20% frente al

tratamiento sin aplicación, éste por otra parte registró mayor porcentaje de mazorcas dañadas superior con hasta 20,5% frente a las aplicaciones de bioinsecticidas, (Sotelo & Zelaya, 2004) indican que cuando se realiza un buen control de plagas en maíz el daño es menor en las mazorcas cosechadas.

La presencia de insectos benéficos dentro del área de estudio fue variada llegando a destacar dos familias las cuales son controladoras del gusano cogollero en determinados instares las mismas que ayudan a evitar que exista resurgencia agresiva de la plaga en el cultivo, la primera es la familia *Chrysopidae* la cual ha sido reportada como depredadora de huevecillos y larvas de *S. frugiperda* según (T. Hernández et al., 2018), (Salamanca et al., 2010) reportaron que el consumo de larvas de *S. frugiperda* por *Chrysopidae* aumenta la población de adultos de los mismos en el cultivo de maíz.

La segunda familia corresponde a los *Coccinellidae* (Hernandez et al., 2019) menciona que los depredadores son un grupo de organismos que consumen diferentes insectos plaga y considerados como generalistas, destacan los de la familia *Coccinellidae* en grandes números; siendo utilizadas para el control de huevo de Lepidópteros en diversos cultivos.

El análisis económico realizado presenta que el tratamiento 4 (cebo químico) tiene mayor utilidad que los demás tratamientos en estudio, siendo el tratamiento 2 bassigeos (*Beauveria bassiana*) el bioplaguicida que más se aproxima a la utilidad presentada por el cebo químico siendo el más adecuado para el control del gusano cogollero desde el punto de vista económico y ecológico lo cual es confirmado por (Sotelo & Zelaya, 2004) en su tesis titulada “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*)” en el cual menciona que los bioplaguicidas pueden igualar o superar el beneficio económico de un tratamiento químico para el control del gusano cogollero.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El bioinsecticida que obtuvo la menor incidencia de daño fue la mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) con un porcentaje de 1%. El tratamiento sin aplicación presentó alta incidencia con 33%, debido a que no se realizó ningún tipo de control.
- El bioinsecticida que presentó la mejor eficacia fue la mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) con el 96% en el control del gusano cogollero.
- Las familias que se presentaron en mayor número en el área de estudio fueron *Chrysopidae* y *Coccinellidae* con 351 y 113 insectos presentes respectivamente.
- El bioinsecticida mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) obtuvo el mayor porcentaje de mazorcas sanas con 90.75% y el menor porcentaje de mazorcas dañadas con 9.50%.
- El bioinsecticida mezcla (Neem + *Beauveria bassiana*) alcanzó el mayor rendimiento con 4749.25 kg ha⁻¹.
- De todos los tratamientos en estudio el control químico cebo (Arena+Lorsban) fue el que mejor utilidad marginal presentó con un valor de \$325.23.
- Con relación a los 3 tratamientos bioinsecticidas en estudio el producto bassigeos (*Beauveria bassiana*) es el que mejor utilidad marginal obtuvo con \$286.24.

5.2. Recomendaciones

- Realizar monitoreos frecuentes en el cultivo de maíz para establecer umbrales económicos que indiquen el momento oportuno para la aplicación de los bioinsecticidas para el control del gusano cogollero.
- Utilizar los bioinsecticidas en dosis más altas evaluando el posible daño que podría causar a los insectos benéficos.
- Realizar la aplicación del tratamiento mezcla (*Beauveria bassiana* + Neem) el cual presentó la mejor eficacia en el control del gusano cogollero en dosis de 5 L + 1.88 L por hectárea respectivamente, en parcelas de pequeños productores maiceros de la zona de Mocache.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Aguirre, F. (2014). Fertilización orgánica en maíz. *Cátedra de Horticultura y Floricultura, Boletín 354*, 15-16.
- Albuja, L., Recto, J., & Llumiyinga, S. (2016). *Vademécum Agrícola 2016-2017*. (A. Changoluisa & E. Donoso, Eds.) (14a ed.). Edifarm.
- Arriola, J. F. (2013). *Evaluación De Tres Insecticidas A Base De Neem Sobre El Manejo De Adultos De Mosca Blanca (Bemisia tabaci ; Aleyrodidae) En Pepino; Aldea Las Tunas, Salamá*. UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR.
- Barret, B. (2008). Los cultivos tropicales. *cultural S.A.*, 3. Obtenido de ecured: https://www.ecured.cu/Beauveria_bassiana
- Carrillo, M., & Blanco, A. (2009). Potencial y Algunos de los Mecanismos de Acción de los Hongos Entomopatógenos para el Control de Insectos Plaga. *Acta Universitaria*, 19, 1–11.
- Cayetano, X., Conforme, M., Filamir, W., Quijano, C., Obando, J. L., Virginia, M., ... Sanchez, M. (2017). Insecticidas biológicos para el control de Spodoptera frugiperda Smith , su incidencia en el rendimiento. *Revista Centro Agrícola*, 44(3), 20–27.
- Celis, Á., Mendoza, C., Pachón, M., Cardona, J., Delgado, W., & Cuca, E. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae . Una revisión Plant extracts used as biocontrol with emphasis on Piperaceae family . A review. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 97–105.
- Cortés, C. V. (2015). *Caracterización de aislamientos de hongos entomopatógenos de los géneros Beauveria y Metarhizium asociados a insectos plaga de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.)*. Universidad Nacional de Colombia.
- Crespo Martín, E., Gallego Sánchez, L., Gámez Arcas, S., Mozo Mulero, M., Nevado Berzosa, M., Pérez Camacho, I., & Soriano Bermúdez, J. (2018). Hongos entomopatógenos: de la agricultura a la conservación del patrimonio histórico. *Revista PH*, 94, 352–367. <https://doi.org/https://doi.org/10.33349/2018.0.4204>
- Fleita, F. (2011). Propuestas de Manejo para la Produccion Agroecológica. *INCUPO*, 6-7.
- García , G. (2011). Buenas prácticas. *FAO*, 1-2.

- García. (2015). Unidad de Biotecnología (Bioinsecticidas) Agrícola Sinaloense (BIOTECSIN). *CIIDIR-IPN*, 4-5.
- Gimeno, J. (2009). El Nim, Un Insecticida Natural. *EcoMaria*, 3.
- González, M., Gurrola, N., & Chaírez, I. (2015). Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Biological. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(119), 200–204.
- Guacho, E. F. (2014). *Caracterización Agro-Morfológica Del Maíz (Zea Mays L.) De La Localidad San José De Chazo*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Gutiérrez, V. M. (2005). Barreras vivas de conservación de suelos, para pequeños agricultores de laderas; evaluación técnica económica.
- Hernández, A. (2016). *Evaluación De Hongos Entomopatógenos (Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae) Para El Control De Hormigas Cortadoras De Hojas (Atta spp) En Eucalipto; Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla*. UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR.
- Hernandez, A., Estrada, B., Rodríguez, R., García, J., Patiño, S., & Osorio, E. (2019). Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays L.*) Resumen Introducción. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10, 803–813.
- Hernández, T., Hernández, O., López, S., Ríos, V., Varela, F., & Rodríguez, H. (2018). Insectos Benéficos Asociados Al Control Del Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays L.*). *Agroproductividad*, 11, 9–14.
- INIAP 2004. Boletín divulgativo. Disponible en www.oei.es/divulgacioncientifica/noticias_114.htm
- Intagri. (2017). Manejo de Malezas en la Agricultura Orgánica. *Intagri*, 5.
- Isabel, L., & Amaguaña, C. (2012). “ *Control De Gusano Cogollero (Spodoptera frugiperda) En El Cultivo De Maíz (Zea mays L .)* ”. Universidad Técnica De Ambato.
- Litardo, L. (2019). *Efecto de la aplicación de insecticida al gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) sobre el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays) en la época lluviosa en la zona de Mocache*. UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.

- Luis, A. (2014). *Análisis De La Comercialización De La Cadena Agroindustrial Del Maíz (Zea mays) En La Región 4 Provincia De Manabí En El Período 2008-2012*. Universidad Católica De Santiago De Guayaquil.
- Montes, J., Espinosa, N., Garrido, E., & Gutiérrez, F. (1999). Efecto Del Extracto De La Hoja Del Arbol De Neem (Azadirachta Indica) En El Control Del Gusano Cogollero (Spodoptera Frugiperda) En Maíz (Zea mayz L.), 1.
- Moreno, D. (2011). *Control de Spodoptera frugiperda utilizando dosis de Ciromazina y Clorpirifos mezcladas con arena en el cultivo de maíz (Zea mays L.), en la zona de Ventanas*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.
- Negrete, F., & Morales, J. (2003). Manejo del gusano cogollero del maiz utilizando extractos de plantas. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica*, (3), 1–26.
- Oñate, L. A. (2016). “ *Duración De Las Etapas Fenológicas Y Profundidad Radicular Del Cultivo De Maíz (Zea Mays) Var . Blanco Harinoso Criollo , Bajo Las Condiciones Climáticas Del Cantón Cev Allos ”*.
- Palacios, J. (2007). *Determinacion De La Acción Residual En Diferentes Dosis De Chlopirifos (Lorsban) Con Enfasis En La Dosis Minima, Para Control De Cogollero(Spodoptera frugiperda, J.E. Smith, Lepidoptera, Noctuidae) En Maíz*. Instituto Superior De Ciencias Agropecuarias.
- Páliz, V., & Mendoza, J. (1999). Plagas Del Maiz (Zea Mays) En El Litoral Ecuatoriano Sus Características Y Control.
- Porras, D. P. (2013). *Obtención De Bioabono Mediante Biodegradación De Desechos Orgánicos Generados En La Ciudad De Latacunga*. Universidad central del ecuador.
- Raga, F. (2013). *Actividad Fitotóxica In Vitro De Extractos Acuosa De Santolina Chamaecyparissus L.*
- Rodríguez, J. (2013). *Comportamiento Agronómico De Cinco Híbridos De Maíz (Zea Mays L.) En Estado De Choclo Cultivados A Dos Distancias De Siembra*. Universidad De Guayaquil.
- Román , P. (2013). Abono Orgánico Compost. *INTA*, 1. Obtenido de Abono Orgánico Compost:
www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/plegables/Brochure%20compost.pdf

- Rossi, A. (2012). Manejo y Control de Malezas. *INTA Pergamino*, 24.
- Sotelo, I., & Zelaya, J. (2004). *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.)*. Universidad Nacional Agraria.
- Tarillo, E. (2011). El Gusano Cogollero En El Maiz. *MAG-Boletín*158, 6.
- Valarezo, O. (2003). Utilización del nim (*Azadirachta indica*) en la generación y transferencia de alternativas para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en maíz. Portoviejo.
- Velásquez, S. (2012). *Aplicación De Prácticas Agroecológicas En Espacios No Cultivados Con Caña De Azúcar. Una Alternativa Para Mejorar El Desempeño Ambiental, Social Y Económico De Fincas Cañeras En, Sonso, Valle Del Cauca*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Velásquez, M. (2017). Guía Técnica: obras de conservación de suelos, 1–26.
- Villamil , D. (2012). Efecto Insecticida del Extracto de Semillas de Neem (*Azadirachta indica*). *EntomoBrasilis*, 1-2.
- Xavier, C., & Maldonado, M. (2015). *Evaluación de Arreglos Espaciales y Densidades Poblacionales en Híbridos de Maíz Comercial en Zonas de Bosque Tropical Seco durante la Época LLuviosa*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- Zubimendi, C. (2015). La plaga del gusano cogollero. *El País*, 12.

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Preparación del extracto natural de hoja de neem.



Anexo 2. Extracto natural de hoja de neem elaborado y envasado.



Anexo 3. Producto comercial bassigeos
(*Beauveria bassiana*)



Anexo 4. Preparación del cebo químico.



Anexo 5. Preparación del terreno para la siembra de maíz.



Anexo 6. Siembra de hierba luisa como barrera viva y protección al cultivo de maíz.



Anexo 7. Siembra de maíz INIAP H-601.



Anexo 8. Control de malezas de forma manual realizado en el cultivo de maíz.



Anexo 9. Aplicación de los tratamientos para el control del gusano cogollero.



Anexo 10. Fertilización con compost en cultivo de maíz.



Anexo 11. Cosecha de las parcelas del cultivo de maíz.



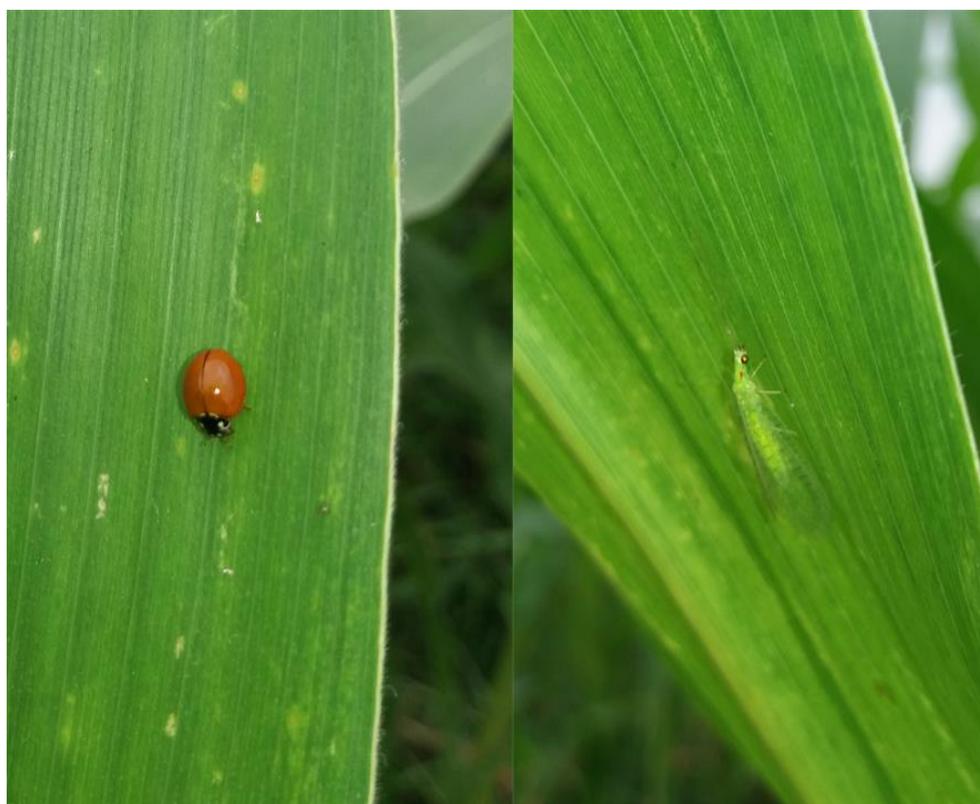
Anexo 12. Evaluación y registro de datos en las parcelas.



Anexo 13. Daño fresco causado por el gusano el cogollero en las plantas de maíz.



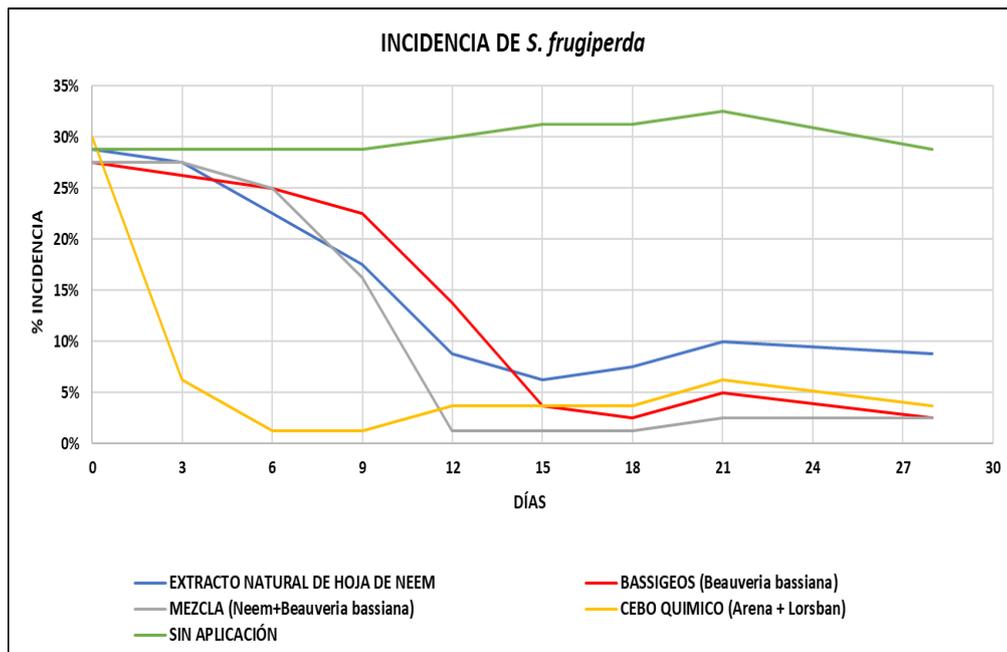
Anexo 14. Registro de fotos de los insectos benéficos presentes en el cultivo.



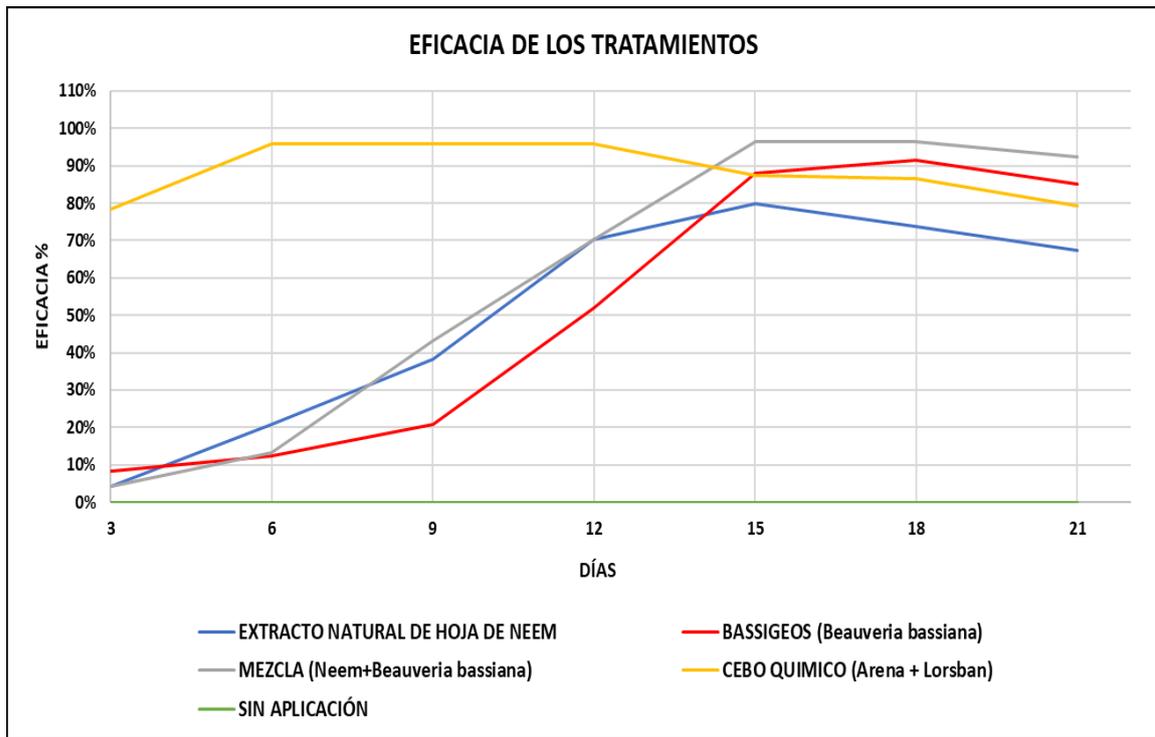
Anexo 15. Registro de mazorcas sanas y enfermas luego de la cosecha.



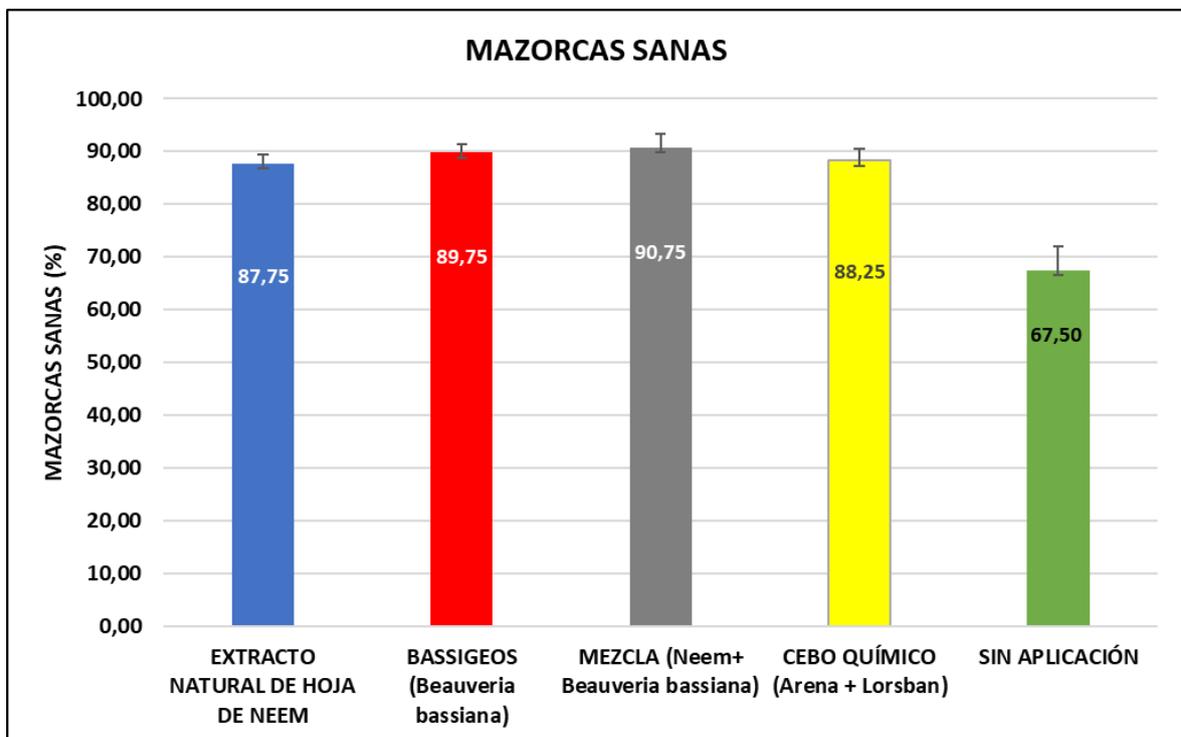
Anexo 16. Porcentaje de incidencia del gusano cogollero en el cultivo de maíz.



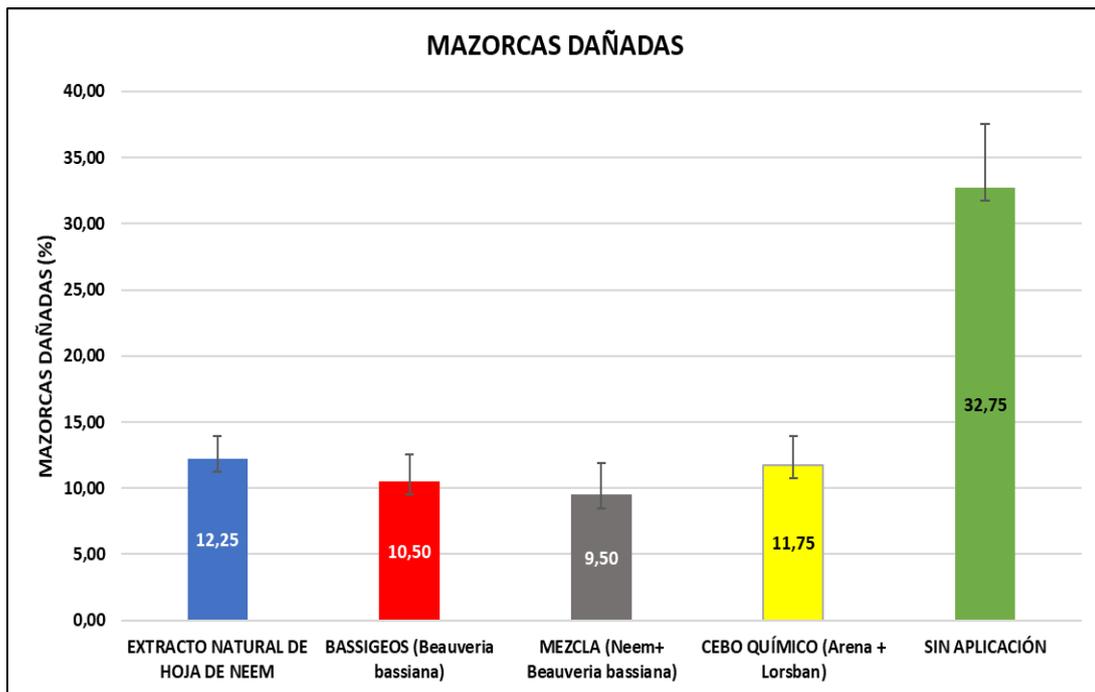
Anexo 17. Porcentaje de eficacia de los tratamientos en el control del gusano cogollero en el cultivo de maíz.



Anexo 18. Porcentaje de mazorcas sanas al final de la cosecha de cada tratamiento en estudio.



Anexo 19. Porcentaje de mazorcas dañadas al final de la cosecha de cada tratamiento.



Anexo 20. Rendimiento del cultivo de maíz híbrido INIAP H-601 expresado en kg ha⁻¹

