



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO INGENIERO AGRÍCOLA**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTOS DE NUEVAS MOLÉCULAS DE INSECTICIDAS EN EL
CONTROL DE (*Spodoptera frugiperda* Smith) EN EL CULTIVO DE
MAÍZ (*Zea mays* L)**

AUTORES:

**MARCOS VINICIO HERNÁNDEZ FALCONEZ
MARÍA EMILIA SABANDO SOLÓRZANO**

TUTOR:

ING. SERGIO MIGUEL VÉLEZ ZAMBRANO, MG.

CALCETA OCTUBRE 2024

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, Marcos Vinicio Hernández Falcones , con cédula de ciudadanía, 131280520-1 y María Emilia Sabando Solorzano con cédula de ciudadanía 131581193-3, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **“EFECTOS DE NUEVAS MOLÉCULAS DE INSECTICIDAS SOBRE CONTROL DE (*Spodoptera frugiperda* Smith) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)”** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



**MARCOS VINICIO HERNÁNDEZ
FALCONES
CC: 1312805201**



**MARÍA EMILIA SABANDO
SOLÓRZANO**

CC: 1315811933

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, Marcos Vinicio Hernández Facones, con cédula de ciudadanía, 131280520-1 y María Emilia Sabando Solorzano con cédula de ciudadanía 131581193-3, autorizo a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: “**EFFECTOS DE NUEVAS MOLÉCULAS DE INSECTICIDAS SOBRE CONTROL DE (*Spodoptera frugiperda* Smith) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)**”, cuyo contenido, ideas y criterios son nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría



MARCOS VINICIO HERNÁNDEZ

FALCONES

CC: 131280520-1



MARIA EMILIA SABANDO

SOLORZANO

CC: 131581193-3

CERTIFICADO DE TUTOR

Ing. Sergio Miguel Vélez Zambrano, Mg. certifica haber titulado el trabajo de Integración Curricular titulado: **“EFECTOS DE NUEVAS MOLÉCULAS DE INSECTICIDAS SOBRE CONTROL DE (*Spodoptera frugiperda* Smith) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)”**, que ha sido desarrollado por: Marcos Vinicio Hernández Falcones y María Emilia Sabando Solorzano previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. SERGIO MIGUEL VÉLEZ ZAMBRANO, MG

CC: 131047677-3

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO el trabajo de Integración Curricular titulado: “**EFFECTOS DE NUEVAS MOLÉCULAS DE INSECTICIDAS SOBRE CONTROL DE (*Spodoptera frugiperda* Smith) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)**”, que ha sido desarrollado por MARCOS VINICIO HERNÁNDEZ FALCONES Y MARÍA EMILIA SABANDO SOLORZANO, previo a la obtención del título de INGENIERO AGRÍCOLA, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

**ING. GONZALO BOLÍVAR
CONSTANTE TUBAY, M. Sc.
CC: 130457998-8**

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**ING. FREDDY WILBERTO
MESÍAS GALLO, M. Sc.**

CC: 120202849-2

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**ING. LEONARDO XAVIER LEÓN
CASTRO, PhD**

CC: 091867676-8

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Gracias infinitas a Dios por darme una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplos de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo, por darme sabiduría y fuerza para culminar esta etapa académica.

A mis padres quienes me han apoyado arduamente día tras día, ustedes han sido siempre el motor que me han impulsado a mis sueños y esperanza, quienes han estado siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis estudios, han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios les dedico a ustedes este logro querido padres, orgullosa de haberlos elegidos como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante.

A mis compañeros y compañeras de estudio, hoy culmina esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordar cuantas horas de trabajo nos reuníamos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia al estar en los días más difíciles, por compartir horas de estudio. Gracias por estar siempre hay.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López y los docentes por sus sabias palabras, sus conocimientos rigurosos y precisos, donde quiera que valla los llevare conmigo en mi transitar profesional, sus semillas de conocimientos, germino en el alma y el espíritu, gracias por sus paciencias, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancias y tolerancias.

MARÍA EMILIA SABANDO SOLÓRZANO

AGRADECIMIENTO

No hay palabras más bellas que la gratitud, por lo cual agradecer a Dios ya que es y será mi guía a lo largo de mi vida, en la que me ha permitido gozar de salud para concluir esta etapa importante de mi vida.

A mi madre Bella Falcones y hermano José Hernández, por todo el apoyo incondicional que me ha brindado durante todo este proceso de mi vida, por sus consejos que me han ayudado en los buenos y malos momentos.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad, forjando mis conocimientos profesionales día a día.

Mi agradecimiento para el tutor de tesis el Ing. Sergio Vélez, por toda la asesoría brindada, por compartir sus conocimientos y grandes experiencias.

Y finalmente a mi querida amiga Aracely Puerta, por ser un apoyo incondicional, porque me dio fuerzas para creer en mí, por compartir buenos y malos momentos.

MARCOS VINICIO HERNÁNDEZ FALCONES

DEDICATORIA

A Dios por haber estado conmigo en todo momento guiándome cuidándome y dándome la fortaleza para continuar con mis estudios y lograr todos mis propósitos.

Dedico esta tesis con todo mi corazón a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debós a ustedes por haberme apoyado entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuenta me, motivaron constantemente para lograr mis anhelos.

MARÍA EMILIA SABANDO SOLORZANO

DEDICATORIA

A Dios por ser el pionero en todo momento, por darme la vida fuerzas y salud para seguir adelante cada día, el cual permitió haber llegado hasta la etapa final de mi sueño y me permitirá ver mi nueva etapa como profesional

A mi amada madre Bella Falcones, ya que ha sido mi motor de vida, por los sabios consejos y el gran amor que me brinda, con mucha perseverancia, dedicación y esfuerzo me ha demostrado que los sueños se cumplen.

Y finalmente a mis grandes amigos que conocí en el camino los cuales me apoyaron de una u otra manera en mi etapa estudiantil, y a todas aquellas personas que hicieron de uno u otra manera que alcanzara lo propuesto.

MARCOS VINICIO HERNÁNDEZ FALCONES

CONTENIDO GENERAL

CARATULA	i
DECLARACION DE AUTORIA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICADO DE TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
CONTENIDO GENERAL.....	x
CONTENIDO DE TABLA.....	¡Error! Marcador no definido.
CONTENIDO DE FIGURA.....	x
CONTENIDO DE FORMULAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. <i>Spodoptera frugiperda</i> Smith., EN EL CULTIVO MAÍZ.....	5

2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	5
2.1.2. CICLO BIOLÓGICO.....	5
2.2. IMPACTO DE <i>Spodoptera frugiperda</i> EN EL CULTIVO DE MAÍZ	6
2.3. DAÑOS DE <i>Spodoptera frugiperda</i> EN LAS PLANTAS DE MAÍZ	6
2.4. DAÑOS ECONÓMICOS DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
2.5. UMBRAL ECONÓMICO DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
2.6. ESCALA DE DAÑOS DE <i>Spodoptera frugiperda</i> - ESCALA DAVIS.....	8
2.7. CONTROL DE <i>Spodoptera frugiperda</i> CON NUEVAS MOLÉCULAS INSECTICIDAS.....	9
2.7.1. TIPOS DE NUEVAS MOLECULAS DE INSECTICIDAS.....	9
a. SPINETORAM.....	9
b. FLUBENDIAMIDE	9
c. CLORANTRANILIPROL.....	10
d. CYANTRANILIPROLE.....	10
2.8. EXPERIENCIAS DE LAS NUEVAS MOLÉCULAS DE INSECTICIDAS EN DIFERENTES CULTIVOS	10
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	12
3.1. UBICACIÓN.....	12
3.1.1. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS	12
3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO.....	12
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICA.....	12
3.3.1. FACTOR EN ESTUDIO.....	12
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	13
3.5. TRATAMIENTOS	13
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL (UE)	14
3.7. ESPECIFICACIONES DEL EXPERIMENTO	14

3.8. MATERIAL VEGETAL.....	14
3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO	15
3.10. VARIABLES A MEDIR	17
3.10.1 COMPONENTE DE LA VARIABLE DE EFECTIVIDAD DE LOS INSECTICIDAS	
17	
3.10.1.1. PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	17
3.10.1.2. DAÑOS (%) DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	17
3.10.1.3. ALTURA DE PLANTA (cm)	17
3.10.1.4. ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (cm)	17
3.10.1.5. LONGITUD DE MAZORCA (cm)	18
3.10.1.6. DIÁMETRO DE MAZORCA (mm)	18
3.10.2. COMPONENTE DE LA VARIABLE ECONÓMICAS DE LOS	
INSECTICIDAS.....	18
3.10.2.1. PESO DE MAZORCA	18
3.10.2.2. RENDIMIENTO	18
3.10.2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	19
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1.2. DAÑOS DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	21
4.1.3. VARIABLES DE CRECIMIENTO	22
b. Altura de la inserción de la mazorca	23
c. Longitud de mazorcas	24
d. Diámetro de mazorcas	25
e. Peso de la mazorca.....	27
f. Rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	28
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	39

CONTENIDO DE TABLA

Tabla 2.1. Taxonomía	5
Tabla 2.2. Escala de daño de larva de <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
Tabla 3.1. Datos climatológicos	12
Tabla 3.2. Esquema de ADEVA.....	13
Tabla 3.3. Identificación de tratamientos con sus respectivos códigos.....	13
Tabla 4.1. Porcentaje de incidencia del <i>S. frugiperda</i> Smith., a los 8 y 22 (DDA) de los tratamientos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L).	20
Tabla 4.2. Análisis estadístico del porcentaje de daño foliar del <i>S. frugiperda</i> Smith., a los 8 (DAA), 15 y 30 días (DDA) de los tratamientos en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L).	21
Tabla 4.3. Análisis de varianza de altura de planta (AP), altura de la inserción de la mazorca (AIM), longitud de la mazorca (LM), diámetro de la mazorca (DM) en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L).	22
Tabla 4.4. Peso de la mazorca (PM) y rendimiento por hectárea (RH) el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L).	27

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 4.1. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre la altura de planta en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L).....	23
Figura 4.2. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre la altura de la inserción de la mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L).....	24
Figura 4.3. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre la variable de longitud de mazorca. el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L).....	25
Figura 4.4. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre el diámetro de mazorca el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L).....	26
Figura 4.5. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre el peso de la mazorca en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L).....	28
Figura 4.6. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre el rendimiento kg·ha ⁻¹ en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L).	29

CONTENIDO DE FORMULAS

Fórmula 3.1. % de incidencia de gusano cogollero	17
Fórmula 3.2. Uniformidad del peso	18
Fórmula 3.3. Rendimiento	19

RESUMEN

El *Spodoptera frugiperda* Smith, es uno de los insectos plaga con mayor daño económico en los cultivos de maíz del Ecuador. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la efectividad y beneficios económicos de las nuevas moléculas de insecticidas para el control de *S. frugiperda*. Se utilizaron cuatro insecticidas, spinetoram (1mL), flubendiamide (1mL), cyantraniprole (2mL), cloriantaniprole (1mL). El material vegetal utilizado fue el híbrido Emblema. Con un diseño de bloques completos al azar, con 5 tratamientos, 4 réplicas y 20 unidades experimentales de 20m². Las variables a medir fue determinar incidencia y daños de *S. frugiperda*, altura de planta, altura de la inserción de la mazorca, longitud, diámetro, peso de la mazorca y rendimiento. El análisis estadístico presento diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$), para todos los tratamientos bajo el efecto de las nuevas moléculas de insecticidas, con relación al testigo. Los resultados mostraron que todos los tratamientos con insecticidas disminuyeron la incidencia y daño de *S. frugiperda*, destacándose el T1 (spinetoran) que registro un mejor control de la plaga e incidió en incremento del rendimiento kg/ha-1 del cultivo de maíz. Los T3 (clorantraniliprol) y T4 (ciantraniliprol) expresaron los mayores niveles productivos por hectárea. Desde el punto de vista económico los que mayor incremento en beneficios netos fueron el T3 (clorantraniliprol) y T4 (ciantraniliprol) y con el menor incremento en los costó.

Palabras clave: *Spodoptera frugiperda*, insecticidas, agricultura, moléculas, maíz

ABSTRACT

Spodoptera frugiperda Smith is one of the most economically damaging insect pests of maize crops in Ecuador. The present research aims to evaluate the effectiveness and economic benefits of new insecticide molecules for the control of *S. frugiperda*. Four insecticides were used, spinetoram (1mL), flubendiamide (1mL), cyantraniliprole (2mL), chlorantraniliprole (1mL). The plant material used was the Emblema hybrid. With a randomised complete block design, with 5 treatments, 4 replicates and 20 experimental units of 20m². The variables to be measured were to determine incidence and damage of *S. frugiperda*, plant height, height of ear insertion, length, diameter, ear weight and yield. The statistical analysis showed a statistically significant difference ($p < 0.05$) for all treatments under the effect of the new insecticide molecules in relation to the control. The results showed that all insecticide treatments reduced the incidence and damage of *S. frugiperda*, highlighting the T1 (spinetoran) that registered a better control of the pest and increased the yield kg/ha-1 of the maize crop. T3 (chlorantraniliprole) and T4 (cyantraniliprole) showed the highest yields per hectare. From an economic point of view, T3 (chlorantraniliprole) and T4 (cyantraniliprole) showed the highest increase in net benefits and the lowest increase in costs.

Keyword: *Spodoptera frugiperda*, insecticides, agriculture, molecules, corn.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial el maíz es uno de los productos de mayor producción, ya que su materia prima sirve para la elaboración de la gran mayoría de alimentos de consumo humano y de animales (Muñoz et al., 2017). En el Ecuador la mayor superficie cosechada de maíz duro seco fue 321.229 mil de hectáreas en el 2023, teniendo un decrecimiento del 11.4% con respecto al 2022, siendo su producción de 1.4 millones de toneladas, registrando un decrecimiento del 13.9% respecto al año anterior. La provincia de los Ríos es la que más se dedica a este cultivo, con una participación del 39.3% de la producción nacional, seguida por la provincia de Manabí con el 33.1% (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2024).

La importancia del uso racional de insecticidas para el control de gusano cogollero en el cultivo de maíz cumplen una función importante dentro de la agricultura, principalmente cuando son utilizados dentro de un manejo integrado de plagas, los cuales aplicados racionalmente pueden ejercer un control oportuno; actualmente el más usado en los sistemas de producción por el conocimiento previo de los agricultores y a que en general ha mostrado buena efectividad (Martínez, 2010).

Entre los principales problemas fitosanitarios que afectan la productividad del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) se encuentran los daños provocados por el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. Smith, plaga polífaga originaria de América (Muñoz et al., 2017). Este insecto plaga provoca un retraso en el desarrollo del cultivo y una disminución del rendimiento ya que este se alimenta del tejido vegetal en las fases iniciales, provocando daños significativos de un 30 a 64% a los cultivos si no se controla de forma adecuada (Hernández et al., 2019).

Para disminuir los daños provocados por *S. frugiperda*, existen diferentes métodos de control, entre los cuales se destaca el control químico (insecticidas) que es ampliamente utilizado como medio de control fitosanitario para contrarrestar la

incidencia de plaga de los productores maiceros de la provincia de Manabí (Guevara, 2020).

Actualmente podemos encontrar variedad de productos para el control de *S. frugiperda*, tanto nuevas moléculas (Spinectoram, Flubendiamide, Clorantraniliprol, Ciantraniliprole) y tradicionales (Lefenuron, Emanectin Benazoate, Cipermetrina) Las nuevas moléculas son conocidas por su actividad de amplio espectro y su capacidad para controlar las poblaciones de gusano de manera efectiva y rápida (Cambiagro, 2023).

En este sentido, los agricultores emplean agroquímicos para controlar la infestación y reducir los daños ocasionados por *S. frugiperda*, por lo que han utilizado el control como única alternativa, ya que los efectos que posee la aplicación de productos químicos sobre los sistemas de producción agrícola han sido eficientes, siendo una estrategia de acción rápida (Pérez et al., 2019).

Algunas de las moléculas tradicionales han ido disminuyendo por no ser tan efectiva en el control de gusano cogollero, a finales de los años setenta aparecieron los piretroides y abamectinas, si bien se utilizaban a dosis elevadas tienen efectos medioambientales adversos para la fauna acuícola (Devine et al., 2008). Los organofosforados son un poco respetuosos con el resto de insectos beneficiosos. Pero no obstante no reduce su impacto en el medio ambiente (Jáquez et al., 2022).

Por lo tanto, las aplicaciones de los insecticidas de nuevas generaciones son amigables con el medio ambiente, ya que son de origen natural entre ellas tenemos las del grupo spinosad, que son derivados de bacterias y nematodos entomopatógenos (Ramos et al., 2022), al igual que las diamidas que son procedentes de dos grupos de NH_2 unidos a dos carbonos de radiales hidrocarburos (Sauza, 2021).

Debido a lo planteado, se establece la siguiente interrogante ¿Podría la aplicación de nueva molécula de insecticida lograr una mayor efectividad en la disminución del gusano cogollero?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los insecticidas químicos en la agricultura son usados principalmente por su efectividad, ya que estos tienden a tener efecto rápido, en relación a diferentes condiciones ecológicas y agronómicas; además de esto, cuando los daños ocasionados por los insectos han sido devastadores, pueden ser considerados como la única alternativa para el manejo de este problema fitosanitario (Chirinos et al., 2020).

La investigación propuesta busca disminuir los daños causado por *Spodoptera frugiperda* en las plantas de maíz en el desarrollo vegetativo, permitiendo maximizar el rendimiento al final de la cosecha, de igual forma, aumentar las ganancias en términos económicos a productores y agricultores, por lo que llevar un monitoreo y control adecuado de la larva del insecto se puede evitar la destrucción parcial o total de la planta hasta un 60%.

La presente investigación está direccionada con el objetivo dos “Hambre cero” de la agenda 2030, propuesta por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en el cual, pretende lograr la seguridad alimentaria, la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible; enfocada en asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción (Comision Economica para America Latina y el Caribe [CEPAL], 2018).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad y beneficios económicos de aplicaciones de las nuevas moléculas de insecticidas en el control de (*Spodoptera frugiperda* Smith.) en el cultivo de maíz.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar la efectividad de las nuevas moléculas de insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda* Smith., en maíz.
- ✓ Analizar los beneficios económicos de las nuevas moléculas de insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*.

1.4. HIPÓTESIS

Las aplicaciones de nuevas moléculas de insecticidas son efectivas para reducir el daño provocado por el gusano cogollero y mejoran la productividad en el cultivo de maíz.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. *Spodoptera frugiperda* Smith., EN EL CULTIVO MAÍZ

El *Spodoptera frugiperda*, o mejor conocida como el gusano cogollero del maíz, puede atacar partes de las plantas pudiendo actuar como defoliadora, cogollero o cortadora, las hembras depositan cientos de huevos en racimos protegidos por escamas generalmente en la superficie inferior de las hojas. Cuando el insecto afecta a la planta en el desarrollo vegetativo, los daños pueden ser totales, mientras que las de mayor desarrollo vegetativo las afectaciones por el insecto son menores al momento de las defoliaciones llegando a una producción normal (Casmuz et al., 2010).

2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

De acuerdo a Villarreal (2018) el cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith.) presenta la siguiente clasificación:

Tabla 2.1. Taxonomía

División	Pterigota
Orden	Lepidóptera
Familia	Noctuidae
Tribu	Prodeniu
Género	<i>Spodoptera</i>
Especie	<i>Frugiperda</i>

Fuente: Villarreal (2018)

2.1.2. CICLO BIOLÓGICO

En cuanto a su ciclo biológico el cogollero es de metamorfosis completa o de tipo holometábolo, ya que presenta cuatro estadios los cuales son: Huevo o postura, larva o gusano, pupa, y adulto, (Capinera, 2020).

Huevo o postura: los huevecillos presentan forma oblonga esferoidal, la coloración varía de verde-café y café oscura a negruzco antes de la eclosión. Las hembras

depositan los huevos durante las primeras horas de las noches, tanto en el haz como en el envés de la hoja (Jiménez y Rodríguez, 2014).

Larva o gusano: las larvas pasan de 6 o 7 estadios, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primer estadio miden 2-3 milímetros y la cabeza es negra completamente, el segundo estadio mide 4-10 milímetros y la cabeza es carmelita clara, estas larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadio. A partir del tercer estadio se introduce al cogollo haciendo perforaciones que son apreciadas cuando la hoja se abre (Enríquez, 2014).

Pupa: son de color caoba y miden 14 a 17 milímetros de longitud, con su extremo abdominal (cremáster), 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 (IICA y CFSPH, 2007).

Adulto o mariposa: es una mariposa de color café grisáceo que mide alrededor de 3 cm con las alas extendidas, son atraídas por la luz con facilidad en la noche (Jiménez y Rodríguez, 2014)

2.2. IMPACTO DE *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE MAÍZ

El gusano cogollero es considerada una de las plagas de mayor importancia en el cultivo de maíz. Es una plaga polífaga, las severas infestaciones llegan a ocasionar daños graves, en esta gramínea de la familia Poaceae, llegando a tener pérdidas significativas en la producción. Los daños provocados por *Spodoptera frugiperda* suelen ser del 30% y puede llegar hasta más del 50% de daños en el cultivo (Sotelo et al., 2021).

2.3. DAÑOS DE *Spodoptera frugiperda* EN LAS PLANTAS DE MAÍZ

El gusano cogollero provoca daños en el cultivo de maíz, ya que las larvas rodean las hojas, creando una zona blanquecina, se observa principalmente en las partes más tiernas de la hoja, Al crecer comen de los brotes como de la parte central de la planta. Los cultivos de maíz que presentan lesiones de la plaga en etapa temprana

(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2017).

El daño más importante que ocasiona esta plaga principalmente es el consumo de los brotes más jóvenes, presentando una notable reducción del sistema fotosintético, ya que al consumir el follaje daña o destruye, el tejido meristemático provocando daños definitivos en las plantas modificando las estructuras genéticas de las mismas cuando el ataque llega a plantas desarrolladas y su tejido foliar no es idóneo, los gusanos tienden a alimentarse y asentarse en el área de las mazorcas, especialmente en los tejidos de seda (Valverde et al., 2020).

2.4. DAÑOS ECONÓMICOS DE *Spodoptera frugiperda*

El daño que más causa este insecto es el consumo constante de los brotes jóvenes lo que provoca una reducción en la superficie fotosintética de la planta (Valverde et al., 2020) ya que al consumir el follaje daña el tejido meristemático, haciendo rapaduras sobre las partes tiernas de la planta causando lesiones irreparables (Ezeta et al., 2018).

El daño económico provocado por *Spodoptera frugiperda* a un cultivo de maíz es muy importante, debido a que el cogollo es atacado y éste al presentar afecciones se ven afectados otros órganos de la planta, y de esta forma se disminuye la calidad del grano llegando a reducir su valor de las cosechas debido a las pérdidas de producción causadas por este insecto, pudiendo llegar a reducir en 0.8 t/ha de maíz seco, el equivalente de 40% de una producción (Valverde et al., 2020)

Sotelo et al. (2021) menciona que en términos de daños económicos causados por el gusano cogollero se ha reportado pérdidas de rendimientos de hasta un 73% en el maíz de Latinoamérica. En África desde la detección, los daños estimados causan pérdidas del 21 a 53% en la producción anual de maíz lo que representa alrededor de 21 millones de toneladas.

2.5. UMBRAL ECONÓMICO DE *Spodoptera frugiperda*.

El umbral económico (UE) indica el momento adecuado para iniciar las acciones de control a fin de evitar que las plagas alcancen niveles económicos, su aplicación por lo general resulta en la reducción del número de aplicaciones de insecticidas (Vélez et al., 2021).

Es la densidad poblacional de la plaga donde el productor debe iniciar la acción del control para evitar que la población sobrepase el nivel de daño económico en el futuro. Esto es difícil de estimar, porque depende de la dinámica poblacional de la plaga (Drouet, 2018).

2.6. ESCALA DE DAÑOS DE *Spodoptera frugiperda* - ESCALA DAVIS

La escala de Davis permite verificar el tamaño de daño causado por la alimentación constante del gusano cogollero y en hojas jóvenes de la planta e incluso visualizar el estadio larvario en el que se encuentra. La escala se emplea 0-9 grados (Davis and Williams, 1992, como se citó en Murua et al., 2013).

Tabla 2.2. Escala de daño de larva de *Spodoptera frugiperda*

Grado	Descripción
0	Plantas sin daño
1	Lesiones mínimas en las hojas del cogollo
2	Pequeñas perforaciones y lesiones circulares
3	Pequeñas lesiones circulares y pocas lesiones alargadas hasta 1.3 cm
4	Lesiones alargadas entre 1.3 cm a 3 cm en hojas del cogollo y otras hojas jóvenes
5	Lesiones alargadas mayores a 3 cm, y pocas perforaciones pequeñas a medianas, que van de homogéneas a heterogéneas
6	Lesiones alargadas mayores a 3 cm con pocas perforaciones de gran tamaño
7	Cantidades de lesiones alargadas de todos los tamaños posibles y varios orificios grandes
8	Cantidades de lesiones alargadas de todos los tamaños y muchos orificios grandes
9	Plantas con casi todas las hojas destruidas

2.7. CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* CON NUEVAS MOLÉCULAS INSECTICIDAS

Para controlar la incidencia excesiva de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz, los agricultores optan por aplicaciones de insecticidas químicos cuyo ingrediente activo son base de carbonato, organofosfato, y piretrinas; afectando al insecto en su sistema muscular, nervioso, respiratorio, digestivo y en su crecimiento.

2.7.1. TIPOS DE NUEVAS MOLECULAS DE INSECTICIDAS

a. SPINETORAM

Spinetoram representa un avance significativo en el manejo de plagas mediante la tecnología de los spinosines. Posee una mayor actividad, mayor persistencia y un mayor espectro de control que spinosad, al mismo tiempo que mantiene el perfil toxicológico y medioambiental favorable que hace 10 años fue pionero en spinosad. Spinetoram es activo sobre un amplio abanico de plagas incluyendo especies clave de los órdenes Lepidóptera, Díptera, Thysanoptera, Coleóptera, Orthoptera, Isóptera y Homóptera. Spinetoram controla plagas clave en frutales de pepita y de hueso como carpocapsa (*Cydia pomonella*), grafolita (*Cydia molesta*) y psilas del peral (*Psylla spp.*). En hortícolas, controla *Spodoptera spp.*, *Heliothis spp.*, *Tuta absoluta* y muchas otras orugas, y es muy efectivo contra trips y dípteros minadores de hoja. Spinetoram respeta a la mayoría de auxiliares en hortícolas y frutales y, por tanto es una herramienta efectiva y compatible para el control integrado de plagas (Abad y Tonè, 2013).

b. FLUBENDIAMIDE

Insecticida de aplicación foliar con un poderoso efecto anti alimentario que controla eficazmente una cantidad importante de larvas de lepidópteros en una gran diversidad de cultivos, muy seguro para la fauna benéfica e ideal para su uso en programas de manejo integrado de plagas (Bayer, 2022). Los efectos moduladores específicos de Flubendiamide se centran en la unión de la rianodina en las membranas microsómicas

del músculo del insecto. Se puede utilizar para combatir larvas de lepidópteros que se consideran plagas en los siguientes cultivos: algodón, frutas y hortalizas, las nueces, uvas, maíz, arroz y otros cultivos que pueden ser anuales y perennes (Kato et al., 2009).

c. CLORANTRANILIPROL

Clorantraniliprol es un insecticida agrícola para el control de plagas en el cultivo de gramíneas y manzanos, pertenecen al grupo de las diamidas antranílicas. Su mecanismo de acción relacionado con la activación del sistema molecular de los artrópodos actúa como antagonista que son receptores de rianodina de los insectos, lo que afecta el proceso de parálisis y mueran en un periodo de 1 a 3 días después de aplicación del insecticida (DuPont, 2012; Astor et al., 2009)

d. CYANTRANILIPROLE

Cyantraniliprole, pertenece al grupo de las diamidas antranílicas, una clase de insecticidas para el control de insectos, con modo de acción provocando la inhibición de todas las funciones vitales de los insectos, que actúa como receptores de rianodina posee actividad sistémica local y translaminar, teniendo actividad por ingestión del material tratado actuado rápidamente sobre el insecto, ocasionando que deje de alimentarse, se paralice y muera en un período de 1 a 3 días. Las aplicaciones deberán programarse principalmente para el control de larvas y ninfas en sus primeros estadios, antes de que las poblaciones alcancen el umbral económico para cada cultivo por región (Syngenta, 2023).

2.8. EXPERIENCIAS DE LAS NUEVAS MOLÉCULAS DE INSECTICIDAS EN DIFERENTES CULTIVOS

A continuación, se describen experiencias en el manejo de insectos plagas con insecticidas de nuevas generaciones en varios cultivos:

En época lluviosa el uso de Spinetoram demostró en un cultivo de maíz ayudaron a disminuir daños foliares en las plantas provocado por el gusano cogollero. De igual forma estos productos fueron estadísticamente similares a otros insecticidas utilizados en la investigación, pero con diferente modo de acción al insecto (Tejada et al., 2016).

En el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) se informa la baja población de minador después de aplicación foliar de Chlorantraniprole, es uno de tratamientos con mayor porcentaje de control de larvas (Pazmiño, 2023).

En el cultivo de pepinillo los insecticidas Chlorantraniprole y Flubendiamide, son unos de tratamientos con mayor porcentaje de control de larvas. De todos modos, no se encontró diferencias significativas entre tratamiento (Mariño, 2018).

En el cultivo de aguate para el control de trips donde el Cyantraniliprole causó mayor eficacia durante todo el experimento comparado con los demás insecticidas, para el control de abejas el que tuvo la mayor mortalidad en menos de 12 horas fue el Spinetoram con un 16% y en 48 horas fue del 100% (Lemus, 2016).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el área de la carrera de la ingeniería Agrícola de la Escuela Superior Politécnica de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio Limón, cantón Bolívar de la provincia de Manabí, situada geográficamente entre las coordenadas 0°49'23" Latitud Sur; 80°11'01" Longitud Oeste y una altitud de 15 msnm.⁻¹

3.1.1. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Tabla 3.1. Datos climatológicos

Precipitación anual	787.2 mm
Temperatura máxima	29.8 °C
Temperatura mínima	18.4 °C
Humedad relativa	80.9%
Heliofanía	823.7 h/sol/año

Fuente. Estación meteorológica de la ESPAM MFL (2023)

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación en fase de campo tuvo un lapso de 20 semanas desde el mes de febrero hasta junio del 2023.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICA

3.3.1. FACTOR EN ESTUDIO

✓ INSECTICIDAS

- Spinetoram
- Flubendiamide
- Clorrantraniliprol

➤ Cyantraniliprole

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño de bloques completos al azar, con 5 tratamientos, 4 réplicas y 20 unidades experimentales.

Tabla 3.2. Esquema de ADEVA

ADEVA		
Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Total	rt-1	19
Tratamiento	t-1	4
Repeticiones	r-1	3
Error Experimental	t (r-1)	12

Fuente: Autores

3.5. TRATAMIENTOS

Tabla 3.3. Identificación de tratamientos con sus respectivos códigos

Números	Tratamiento	Códigos
T1	Spinetoram (1ml/L)	A1
T2	Flubendiamide (1ml/L)	A2
T3	Clorantraniliprol (1ml/L)	A3
T4	Cyantroniliprole (2ml/L)	A4
T5	Testigo absoluto	Testigo absoluto

Fuente: Autores

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL (UE)

Cada unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 30 m², (7 surcos de 6m de largo con un distanciamiento de 0,75 entre hileras y 0,20 entre plantas). Se trabajo con 5 tratamientos y 4 repeticiones obteniendo un total de 20 unidades experimentales.

3.7. ESPECIFICACIONES DEL EXPERIMENTO

- ✓ Total, de unidades experimentales: 20
- ✓ Ancho de la parcela: 5 m
- ✓ Longitud de la parcela: 6 m
- ✓ Área de parcela: (6 m x 5 m) = 30 m²
- ✓ Distancia entre repeticiones: 1.5 m
- ✓ Distancia entre tratamiento :1.5 m
- ✓ Distancia entre hilera: 0.75 m
- ✓ Distancia entre planta: 0.20 m
- ✓ Número de hileras: 6
- ✓ Plantas por hilera: 30
- ✓ Total, de plantas por parcela: 180
- ✓ Total, de plantas: 3600
- ✓ Plantas útiles por parcela: 10
- ✓ Área útil del experimento: 600m²

3.8. MATERIAL VEGETAL

- ✓ Híbrido Emblema

3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

✓ PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se preparo la superficie del terreno, de forma convencional ejecutando arado de disco, seguido de dos pases con rastra en direcciones opuestas; con el objetivo de que la tierra quede completamente mullida, y de esta forma obtener mayores posibilidades de germinación de las semillas.

✓ TRAZADO DE PARCELAS

Se ejecutó con las medidas determinadas en la investigación (ancho de la parcela 5m y longitud de la parcela 6m), para esto se utilizaron materiales como, cinta métrica, estacas de madera, machetes, rollos de piolas. Entre cada parcela se dejaron 100 cm para los respectivos caminos.

✓ TRATADO DE SEMILLAS

Se aplico thiodicarb en dosis de 15cc por kg de semillas, con la finalidad de proteger las plántulas durante la emergencia, particularmente de insectos chupadores y cortadores

✓ SIEMBRA

La siembra de las semillas se efectuó de forma manual, utilizando una vara firme de madera (espeque) para facilitar la abertura de los hoyos en el suelo, en el cual se depositaron dos semillas. El distanciamiento dentro de cada tratamiento fue de 0.75 m entre hileras y 0.20 m entre planta. Se verifico que el área a sembrar estuviera bien mullida y con suficiente humedad.

✓ RIEGO

El riego fue determinado por las lluvias presentes durante la siembra y desarrollo del cultivo.

✓ **CONTROL DE MALEZAS**

Para el control de maleza se procedió al uso de un herbicida pre-emergente selectivo, cuyo ingrediente activo es Pendimethalina 400g/L, la maleza afectada por este producto mueren poco después de haber germinado, actúa inhibiendo la elongación celular de los meristemas de las raíces y tallos, se lo aplico en el área de siembra 0.75ml por cada 20 litros de agua. Además, se utilizó el herbicida no selectivo Paraquat que actúa destruyendo la clorofila por tanto destruye todos los tejidos verdes con los que tenga contacto (sean malezas o cultivos). Se lo aplico en post-emergencia de forma dirigida con bomba de mochila a partir de los 25 días, en dosis 100ml por cada 20 litros de agua.

✓ **FERTILIZACIÓN**

La fertilización se realizó en base a los requerimientos nutricionales del cultivo, ya que no se cuenta con un análisis de suelo, dichos fertilizantes se incorporaron directos al suelo, con aplicaciones direccionadas alrededor de cada planta (3g N, 3g K, 0.61g P, 0.70g Mg y 0.61g Ca), la primera aplicación se establece en V3-V4 (10 DDS) utilizando la combinación de urea, yaramila complex, Korn Kali. La segunda aplicación en la etapa V6-V7(25 DDS) y la tercera aplicación en las etapas de V10-V11 (35 DDS), para ambas aplicaciones se utilizó urea y sulfato de amonio,

✓ **APLICACIÓN INSECTICIDAS**

Consistió en la aplicación de los tratamientos, Spinetoram (1ml/L), Flubendiamide (1ml/L), Clorantraniliprol (1m/L) y Cyantroniliprole (2ml/L).

✓ **COSECHA**

La cosecha se efectuó a los 140 días de cada unidad experimental de forma manual, se considera que los granos alcanzaron su madurez fisiológica.

3.10. VARIABLES A MEDIR

3.10.1 COMPONENTE DE LA VARIABLE DE EFECTIVIDAD DE LOS INSECTICIDAS

3.10.1.1. PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE *Spodoptera frugiperda*

El porcentaje de incidencia para *Spodoptera frugiperda*, se determinó aplicando la fórmula de Muñoz et al. (2017). Para ello se realizó un monitoreo días antes para determinar el nivel de infestación, establecido en un 30%. Posteriormente se efectuó esta actividad, después de la aplicación de los insecticidas para evaluar la efectividad.

Fórmula 3.1. % de incidencia de gusano cogollero

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

Fuente: Muñoz et al., (2017)

3.10.1.2. DAÑOS (%) DE *Spodoptera frugiperda*

Se seleccionó 10 plantas al azar, para establecer el porcentaje de daño por cogollero, en base a la tabla de escala de daño de Davis and Williams 1992. La evaluación del daño se efectuó con una frecuencia 8 (DAA), 15 y 30 (DDA) días.

3.10.1.3. ALTURA DE PLANTA (cm)

Para este variable se tomó 10 plantas al azar por tratamiento, midiendo la altura en centímetros (cm), desde la base del tallo hasta el inicio de la espiga.

3.10.1.4. ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (cm)

Se registro lo datos de 10 plantas al azar, en centímetros (cm), midiendo desde la base del tallo hasta el nudo de inserción de la mazorca más alta.

3.10.1.5. LONGITUD DE MAZORCA (cm)

Después de la cosecha, de cada parcela útil se midió 10 mazorcas al azar en centímetros (cm), y posteriormente se estableció el promedio.

3.10.1.6. DIÁMETRO DE MAZORCA (mm)

Del área útil, se eligió 10 mazorcas al azar y con un calibrador se midió el diámetro, tomando la parte central de la mazorca. Luego se obtuvo el promedio en milímetros (mm).

3.10.2. COMPONENTE DE LA VARIABLE ECONÓMICAS DE LOS INSECTICIDAS

3.10.2.1. PESO DE MAZORCA

Se pesó 10 mazorcas de la parcela útil y se obtuvo el promedio en kilogramo (kg).

3.10.2.2. RENDIMIENTO

Se lo realizó recolectando la cosecha en cada parcela experimental. El peso se transformó en kilogramo/hectárea (kg ha⁻¹).

Fórmula 3.2. Uniformidad del peso

$$PU(13\%) = \frac{Pa(100-Ha)}{100-Hd} \quad [1]$$

Donde:

- **PU** = Peso uniformizado (kg)
- **Pa** = Peso actual (kg)
- **Ha** = Humedad actual (%)
- **Hd** = Humedad deseada (13%)

Para expresar el rendimiento en kg/ha⁻¹ se utilizó la fórmula siguiente:

Fórmula 3.3. Rendimiento

$$Rend (kg ha^{-1}) = \frac{PU (10000 m^2)}{\text{Área parcela útil (m}^2\text{)}} \quad [2]$$

3.10.2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis de varianza y la prueba Tukey $p < 0,05$ para las fuentes de variación que tuvieron significación estadística en las variables respuesta a evaluar. Para el análisis de los datos se utilizó el programa INFOSTAT.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFECTIVIDAD DE LAS NUEVAS MOLÉCULAS DE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* EN MAÍZ.

4.1.1. INCIDENCIA DE *Spodoptera frugiperda*

El análisis de varianza para la variable porcentaje de incidencia de *Spodoptera frugiperda*, evidenció diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), entre los tratamientos y en la correlación con el testigo, a los 8 y 22 días después de la aplicación (DDA) de los insecticidas, destacando que todos los insecticidas disminuyeron la incidencia de la plaga en relación al testigo. (**Tabla 4.1.**)

Tabla 4.1. Porcentaje de incidencia del *S. frugiperda* Smith., a los 8 y 22 (DDA) de los tratamientos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L).

N°	Tratamiento	% de incidencia antes	% de incidencia	
			8 (DDA)	22(DDA)
1	Spinetoram	32,50 b	27,00 b	1,25 b
2	Flubendiamide	28,00 a	22,50 a	1,42 b
3	Clorantraniprol	32,45 b	26,95 b	1,25 b
4	Ciantraniprol	27,50 a	22,00 a	1,67 b
5	Testigo absoluto	32,45 b	35,70 c	45,00 a
P-valor ADEVA		0,0001	<0,0001	<0,0001
C.V. %		2,24	3,89	18,53

En este contexto, el Spinetoram es conocido por ser un insecticida obtenido a partir de bacterias de suelo, que proporciona un potente efecto y un amplio espectro de control sobre insectos-plagas de diferentes ordenes, con una baja capacidad de ocasionar daños ambientales (Sağlam et al., 2022; Kawabata et al., 2023). Los resultados, obtenidos en esta investigación concuerdan con los reportados por Tejeda et al., (2016), que indican que la acción de este insecticida, ejerció un control efectivo sobre *S. frugiperda*, que redujo la incidencia en el cultivo de maíz al 0.50%.

De la misma forma, en cuanto a los tratamientos con los insecticidas Cloriantaniprol, Ciantraniliprole y Flubendiamida, pertenecientes a la familia diamidas y que se caracterizan por afectar a los receptores de rianodina (RyR) de los insectos (Richardson et al., 2020; Whalen et al., 2016). Esto puede deberse a que este tipo de insecticidas afecta diversos procesos fisiológicos de los insectos principalmente la longevidad y la fecundidad (Sarkar y Roy, 2017; Kong et al., 2021).

En este sentido, Miranda (2016), Quispe (2011), Vélez et al. (2021), Zhang et al. (2015) y Saglam et al. (2013), reportan resultados favorables, cuando aplicaron insecticidas de acción neurotóxica, los cuales disminuyen notablemente la incidencia de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz, conllevando de esta forma a un incremento sustancial de la productividad del cultivo, frente al no uso de estos productos fitosanitarios, lo que concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación. De esta forma se puede inferir que la aplicación de insecticidas de los grupos spinosines y diamidas, poseen un considerable potencial de control en la disminución poblacional de *S. frugiperda*.

4.1.2. DAÑOS DE *Spodoptera frugiperda*

El análisis de varianza para esta variable, evidenció diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) para el contraste entre los tratamientos con el testigo, a los 8 (DAA), 15 y 30 (DDA) mientras que no existieron diferencias entre los tratamientos entre sí, el testigo presentó el mayor daño de *S. frugiperda* con el 32,70 % a los 30 días después de la aplicación (**Tabla 4.2.**).

Tabla 4.2. Análisis estadístico del porcentaje de daño foliar del *S. frugiperda* Smith., a los 8 (DAA), 15 y 30 días (DDA) de los tratamientos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L).

N°	Tratamiento	% daño foliar 8 días antes	% daño foliar 15 días después	% daño foliar 30 días después
1	Spinetoram (1ml)	10.00 a	5.00 a	2.50 a
2	Flubendiamide (1ml)	13.50 b	6.34 a	3.84 a
3	Cloriantaniprol (1ml)	10.00 a	5.00 a	2.50 a
4	Ciantraniliprol (2ml)	12.50 ab	6.39 a	3.89 a
5	Testigo absoluto	15.50 b	25.50 b	32.70 b
	P-valor ADEVA	<0.0002	<0.0001	<0.0001
	C.V. %	11.23	13,42	14.25

Los resultados encontrados se aproximan a los reportados por Macias (2019), donde las aplicaciones de insecticidas disminuyeron el porcentaje de daño foliar a los 30 (DDA), donde el testigo alcanzo un alto porcentaje de daño foliar de 35.44 %. De igual forma se observa diferencias entre los tratamientos donde se aplicó insecticidas, donde disminuyo el porcentaje de daño foliar. Estos resultados, concuerdan con Miranda (2016) y Litardo (2019) quienes señalan que los tratamientos sin aplicación de insecticidas alcanzaron el mayor porcentaje de daños provocados por *S. frugiperda*.

4.1.3. VARIABLES DE CRECIMIENTO

Las variables de crecimiento fueron influenciadas significativamente ($p < 0,05$) por los tratamientos, en relación con el testigo, a excepción de la variable diámetro de mazorca, no presento diferencias entre los tratamientos. Además, estos resultados reflejan un efecto favorable de los insecticidas sobre las variables de crecimiento del maíz. **(Tabla 4.3).**

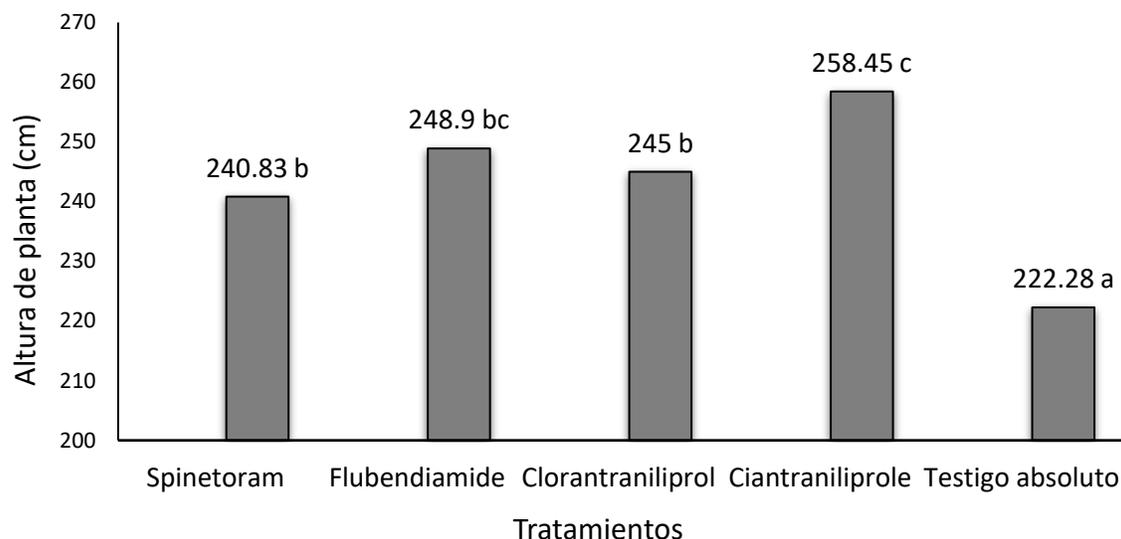
Tabla 4.3. Análisis de varianza de altura de planta (AP), altura de la inserción de la mazorca (AIM), longitud de la mazorca (LM), diámetro de la mazorca (DM) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L).

	AP	AIM	LM	DM
Tratamientos vs Testigos	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Tratamientos	0.0007	0.0001	0.0119	0.5168
C.V.%	1.94	2.23	1.12	2.94

a. Altura de planta

En la variable altura de planta, el T4 (Ciantroniliprole), alcanzó la mayor longitud, con un promedio de 258.45 cm., y el testigo obtuvo el menor promedio con 222.28 cm., **(Figura 4.1).**

Figura 4.1. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre la altura de planta en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).



Nota: Medias sobre columnas con letras distintas, difieren significativamente (Tukey al 5% de probabilidades de error).

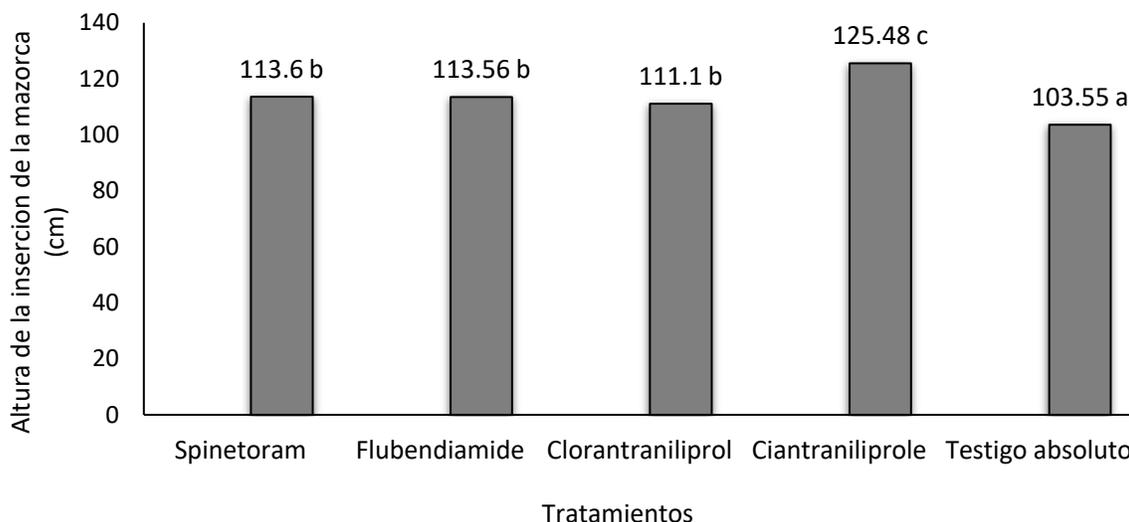
Estos resultados difieren levemente, con los reportados por Litardo (2019) y Qiao et al. (2023), los cuales no presentaron diferencias significativas en altura de planta usando las aplicaciones de Spinoteram y Ciantroniliprol en el cultivo de maíz, respectivamente. Igualmente, Vélez et al. (2021) encontraron que la variable altura de planta no fue influenciada con el uso de insecticidas para el control de *S. frugiperda*.

Según Interoc (2021), en las variables de crecimiento, como para la altura de planta en el maíz-EMBLEMA, su promedio es de 250-270cm, esto se asemejan en todos los tratamientos debido a que los efectos de los insecticidas aplicados para el control de gusano cogollero, presentaron efecto para estas variables.

b. Altura de la inserción de la mazorca

Una situación similar ocurrió, para la variable altura de inserción de la mazorca, donde el T4 (Ciantroniliprole) registró un promedio de 125.48 cm., y el testigo a los 103.55 cm. expresó la menor altura de inserción. (**Figura 4.2.**)

Figura 4.2. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre la altura de la inserción de la mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays* L).



Nota: Medias sobre columnas con letras distintas, difieren significativamente (Tukey al 5% de probabilidades de error).

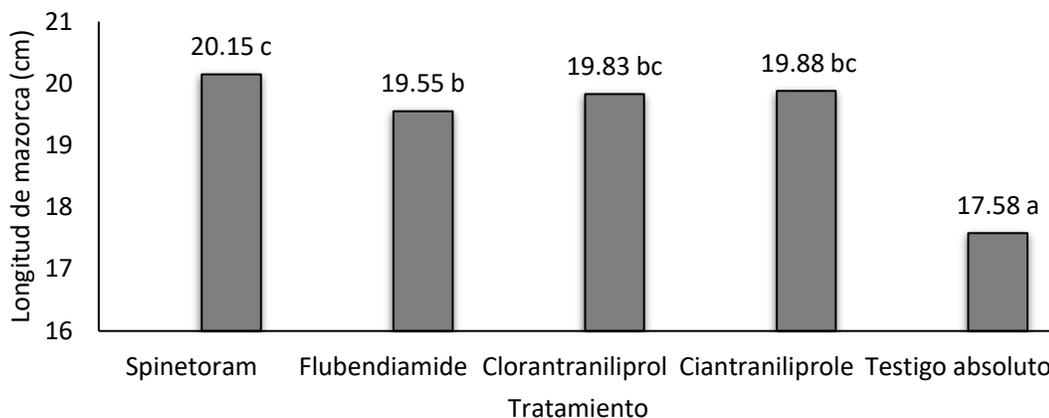
Los resultados hallados no se asemejan a los encontrados por Vargas (2018) ya que en su investigación no existieron diferencias significativas con el uso de Spinetoram donde obtuvo prácticamente, el mismo promedio con el testigo tuvo una altura de 1.09 m y Clorantraniliprol, 1.03 m en la altura de la intercesión de la mazorca. De la misma forma Vélez et al. (2021) menciona la variable altura de inserción de la mazorca no fue influenciadas con el uso de insecticidas para el control de gusano cogollero.

Según Interoc (2021), en las variables de crecimiento, tanto para la altura de planta como la altura de la intersección de la mazorca en el maíz emblema en las cuales su promedio 145-150cm, esto contrasta ligeramente con todos los tratamientos estudiados.

C. Longitud de mazorcas

Todos los insecticidas evaluados, estimularon la longitud de la mazorca en comparación al testigo que obtuvo un promedio de 17.58cm (**Figura 4.3**).

Figura 4.3. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre la variable de longitud de mazorca. el cultivo de maíz (*Zea mays* L).



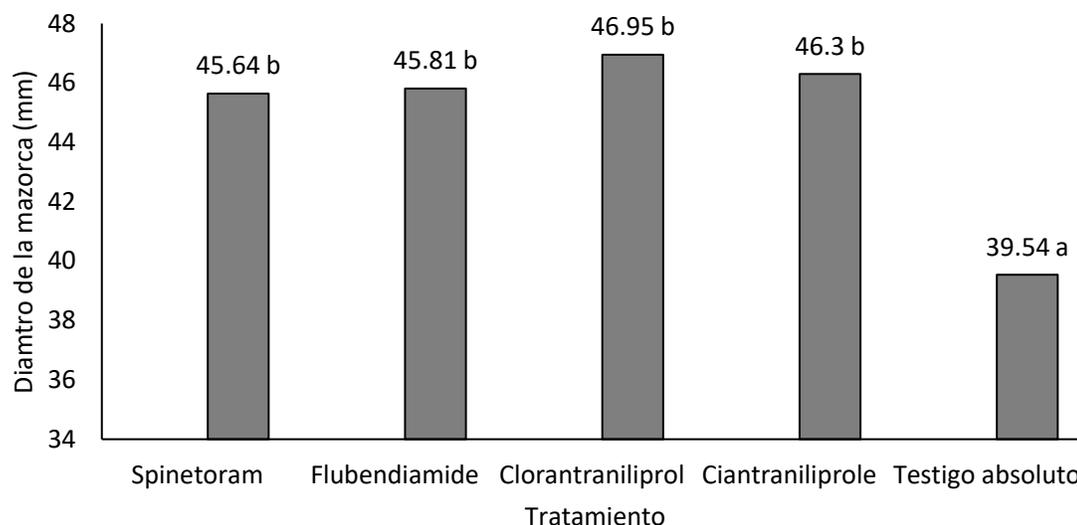
Nota: Medias sobre columnas con letras distintas, difieren significativamente (Tukey al 5% de probabilidades de error).

Los resultados hallados difieren a los de Vargas (2018), que en su investigación no obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos Spinetoram, Clorantraniliprol y el testigo. No obstante, los resultados reportados por Franco (2019), mencionan en su investigación, que el uso del insecticida Clorantraniliprol, tuvo un efecto positivo sobre la longitud de la mazorca.

d. Diámetro de mazorcas

Los tratamientos con insecticidas aumentaron el diámetro de la mazorca, los cuales tuvieron mayores valores que el testigo, el que alcanzó un promedio de 39.54 mm (Figura 4.4.).

Figura 4.4. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre el diámetro de mazorca el cultivo de maíz (*Zea mays* L).



Nota: Medias sobre columnas con letras distintas, difieren significativamente (Tukey al 5% de probabilidades de error).

Los resultados encontrados por Vargas (2018) y Qiao et al. (2023), no se relacionan a los encontrados en este ensayo, ya que, en sus experimentos, los insecticidas no incrementaron el diámetro de la mazorca en comparación con el testigo.

Los resultados hallados por Franco (2019), se asemejan a los encontrados en este ensayo, es decir, demostraron diferencias significativas en relación al testigo, donde el tratamiento con Clorraniliprol fue el segundo con mayor diámetro de mazorca en comparación con los demás tratamientos.

4.2. BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA NUEVAS MOLÉCULAS DE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda*

4.2.1. VARIABLES DE RENDIMIENTO

El análisis de varianza aplicado para las variables peso de mazorca y rendimiento, demuestra que existen diferencias estadísticas ($p < 0.05$), para las fuentes de variación estudiadas, con excepción del peso de mazorca entre los tratamientos.

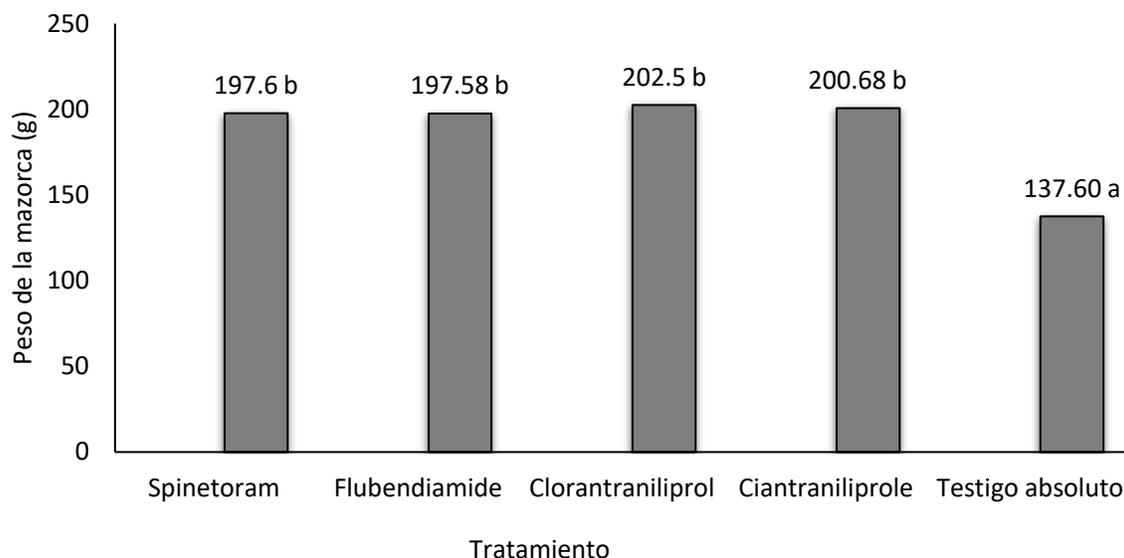
Tabla 4.4. Peso de la mazorca (PM) y rendimiento por hectárea (RH) el cultivo de maíz (*Zea mays* L).

Fuente de variación	PM	RH
Tratamientos vs Testigos	0.0001	0.0001
Tratamiento	0.8427	0.0005
C.V.%	4.98	2.03

e. Peso de la mazorca

Analizando de forma más detallada, se destaca que todos los insecticidas incrementaron el peso de las mazorcas, presentando promedios superiores a 197 g. en contraste con el testigo que obtuvo el menor promedio de peso con 137.60 g (Figura 4.5.).

Figura 4.5. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre el peso de la mazorca en el cultivo de maíz (*Zea mays* L).



Nota: Medias sobre columnas con letras distintas, difieren significativamente (Tukey al 5% de probabilidades de error).

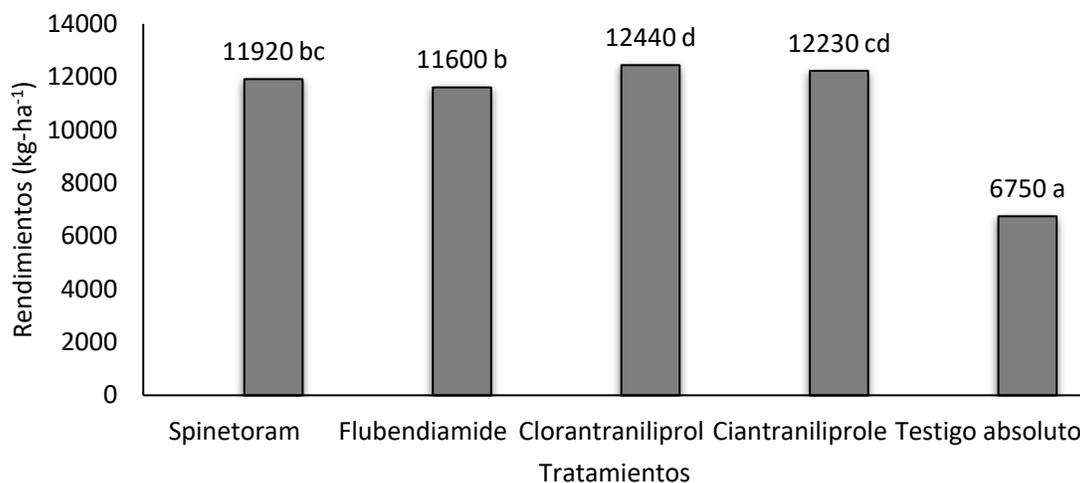
Los datos obtenidos difieren de los encontrados por Jaya y Villavicencio (2023), que demostraron que el peso de la mazorca no fue influenciado estadísticamente por los insecticidas químicos, probablemente esto pudo deberse a que el ensayo de los autores mencionados, fue sobre mazorcas de maíz en fresco y no en peso seco como en esta investigación.

Los datos obtenidos por Franco (2019), son semejantes a los encontrados, ya que influenciaron de forma positiva el peso de la mazorca, cuando se utilizaron insecticidas para el control de gusano cogollero

f. Rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

Todos los tratamientos con insecticidas, incrementaron el rendimiento del cultivo de maíz en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, demostrando que los tratamientos Clorraniliprol y Ciantraniliprol expresaron los mayores niveles productivos por hectárea, con valores superiores al $12200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, lo cual evidencia que el uso de insecticidas para el control de gusano cogollero puede potenciar el rendimiento del cultivo de maíz (**Figura 4.6.**).

Figura 4.6. Respuesta de la aplicación de los tratamientos sobre el rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en el cultivo de maíz (*Zea mays* L).



Nota: Medias sobre columnas con letras distintas, difieren significativamente (Tukey al 5% de probabilidades de error).

De acuerdo con Deshmukh et al. (2020) y Chango (2012), que utilizaron insecticidas químicos y alcanzaron el mayor rendimiento por hectárea en comparación con el testigo; el Clorraniliprol alcanzando rendimientos de $6.233 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, Spinectoram $5,867 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y Flubendiamide $5.457 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. De la misma forma, se coincide con Litardo (2019), que estableció que el uso de spinosines, en diferentes etapas de aplicación posteriores a la siembra fue efectivo para el incremento del rendimiento en relación al tratamiento control.

Cabe mencionar, que la densidad poblacional de *S. frugiperda* en este ensayo fue regular, y esto podría haberse debido a que la dinámica de un insecto está sujeta a diversos factores intrínsecos como la biología, interacción trófica y factores externos como las condiciones ambientales y enemigos naturales (Abarca y Spahn, 2021; Solbreck et al., 2022), sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación se deben principalmente al eficaz modo de acción poseen los insecticidas de los grupos químicos diamidas y spinosines, ocasionando la alteración del sistema nervioso y muscular de los insectos (Galm y Sparks, 2016; Sparks y Nauen, 2015); por ejemplo, en el primero de los casos, las diamidas son un grupo de insecticidas que han sido registrados para el control de diversos insectos-plagas de los órdenes Coleóptera,

hemíptera, isóptera, díptera, y principalmente en varios insectos del orden lepidóptera que ocasionan estragos de importancia en múltiples cultivos (Dong et al., 2017; Munhoz et al., 2013; Zhang et al., 2015).

De los insecticidas evaluados, 3 pertenecen a al grupo químico diamidas: Clorantraniliprol, Ciantroniliprole y Flubendiamida, que alteran principalmente los moduladores del receptor de la rianodina, activando la liberación no regulada de las reservas de calcio, lo que evidentemente conlleva a la reducción de calcio, cese de alimentación, letargo y finalmente la muerte del insecto (Aghris et al., 2022; Bielza y Guillén, 2015; Selby et al., 2013; Wang et al., 2013).

4.2.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 4.5. Costo beneficios de los tratamientos en el cultivo de híbrido maíz emblema

Tratamiento	Y	Precio Producto	IT= Py*Y	CT	IN	GPI	Rentabilidad %
T1	238,4	12,00	2860,8	1374,00	1486,8	1,08	108,20
T2	232	12,00	2784	1371,00	1133,0	0,82	82,64
T3	248,8	12,00	2985,6	1419,00	1566,6	1,10	110,40
T4	244,6	12,00	2935,2	1380,00	1555,2	1,12	112,70
T5	135	12,00	1620	1349,00	271,0	0,2	20,08

Y: producción en qq/ha⁻¹; Py: precio del producto por kg; IT: ingreso total; CT: costo total; IN: ingreso neto; GPI: relación beneficio·costo-1

En la (**Tabla 4.5**), se presenta los análisis económicos aplicados a los tratamientos probados donde el tratamiento T3 (Clorantraniliprol) y T4 (Ciantroniliprole) obtuvieron los costos totales más elevados en relación a los demás tratamientos. por otra parte, al T5 donde no se aplicó ningún método para controlar el gusano cogollero registro el menor costo total, pero no tuvo una relación beneficio /costo de 0,2; donde no hubo rentabilidad de 20,08 % y no hubo mucho ingreso \$ 271,0.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ Las nuevas moléculas de insecticidas fueron efectiva en el control de *Spodoptera frugiperda* en maíz.
- ✓ El mayor beneficio económico lo obtuvo la aplicación de molécula del insecticida de Clorantraniliprol, con incremento en el rendimiento y rentabilidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Monitorear los cultivos de maíz las primeras semanas del desarrollo vegetativo para identificar la presencia de gusano cogollero (*S. frugiperda*) y determinar la incidencia, para llevar a cabo las respectivas aplicaciones de insecticidas.
- ✓ Evaluar los estadios larvales de *S. frugiperda* para realizar las aplicaciones oportunas, ya que en sus primeros instares suelen ser más susceptibles al contacto con los insecticidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, R., y Tonè, M. (2013). Spinetoram, el nuevo insecticida de Dow AgroSciences. *Phytohemeroteca* (252). <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/252-octubre-2013/spinetoram-el-nuevo-insecticida-de-dow-agrosciences>.
- Abarca, M. y Spahn, R. (2021). Direct and indirect effects of altered temperature regimes and phenological mismatches on insect populations. *Current Opinion in Insect Science*, 47, 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.04.008>
- Aghris, S., Tahiri, O., Laghrib, F., Farahi, A., Bakasse, M., Saqrane, S., Lahrach, S., y El Mhammedi, MA. (2022). Extraction and determination of flubendiamide insecticide in food samples: A review. *Current Research in Food Science*, 5, 401–413. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.02.005>
- Astor, E., Marquez, T., Huber, A., De Scals, D. y Goñi, J. (2009). Clorantraniliprol: un insecticida innovador perteneciente a la nueva familia química de las diamidas antranílicas. *Phytohemeroteca*, (2012). <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/212-octubre-2009/clorantraniliprol-un-insecticida-innovador-perteneciente-a-la-nueva-familia-quimica-de-las-diamidas-antranilicas>
- Bayer de México, S. A. (2022). *BELT 480 SC*. <https://www.quimagro.com.mx/web/content/14589/Belt-Ficha-tecnica.pdf>
- Bielza, P. y Guillén, J. (2015). Ciantroniliprole: A valuable tool for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) management. *Pest Management Science*, 71(8), 1068–1074. <https://doi.org/10.1002/ps.3886>.
- Cambiagro. (2023, 11 de noviembre). ¿Qué insecticida controla el gusano cogollero en maíz?. *Cambiagro*. <https://blog.cambiagro.com/2023/11/14/control-del-gusano-cogollero-spodoptera-frugiperda-en-el-cultivo-de-maiz/>.
- Capinera, J. (2020). Introducción y Distribución - Descripción y Ciclo de Vida - Plantas Huéspedes - Daño - Enemigos Naturales - Manejo - Referencias Seleccionadas. *Universidad de Florida, EENY-98*. https://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarieta, S., Solis, L. y Geraud, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, 21(1). 1-16. <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1276/611>
- Chango, L. (2012). Control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3174/1/Tesis-33agr.pdf>

- CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Casmuz, A., Juárez, M., Socías, M., Murúa, M., Prieto, S., Medina, S., Willink, E. y Gastaminza, G. (2010). Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4), 209-231. <https://www.redalyc.org/pdf/3220/322028487010.pdf>
- Deshmukh, S., Pavithra, H., Kalleshwaraswamy, C., Shivanna, B., Maruthi, M. y Mota, D. (2020). Field efficacy of insecticides for management of invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in India. *Florida Entomologia*. 103(2), 20221-227. <https://journals.flvc.org/flaent/article/view/115103/122436>.
- Devine, G., Eza, D., Ogusuku, E. y Furlong, M. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Agric Human Values*, 25(1), 281-306. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000100011.
- Dong, J., Wang, K., Li, Y., y Wang, S. (2017). Lethal and sublethal effects of Cyantraniliprole on *Helicoverpa assulta* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 136, 58–63. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2016.08.003>
- Drouet, A. (2018). Efecto de la aplicación de *Bacillus thuringiensis* en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) del híbrido de Maíz (*Zea mays*) INIÁP H-551 en la comuna Río Verde provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(1), 47-56. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rctu/v5n1/1390-7697-rctu-5-01-00047.pdf>
- DuPont de Colombia S.A. (2012). Chlorantraniliprole. In *DuPont Coragen SC*, . <http://fmcagroquimica.com.co/api/api/productos/54/Fispq>
- Enríquez, J. (2014). Evaluación de extractos de tabaco (*Nicotina tabacum* L.) paraíso (*Melina azedarach* L.) para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12494/1/Jose%20Vicente%20Enr%C3%ADquez%20Silva.pdf>
- Ezeta, J., García, O. y Gordillo, F. (2018). Evaluación del control biológico de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación* 3(11), 18-23. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/343/390>

- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2017). Ciclo biológico del gusano cogollero del maíz (en América Latina). FAO. <https://www.fao.org/3/i7424s/i7424s.pdf>
- Franco, B. (2019). Efectos de la aplicación de insecticidas de última generación en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6883/TE-UTB-FACIAG-ING AGROP-000085.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Galm, U. y Sparks, T. (2016). Natural product derived insecticides: discovery and development of spinetoram. *Revista de Industrial Microbiology and Biotechnology*, 43(2–3), 185–193. <https://doi.org/10.1007/s10295-015-1710-x>
- Guevara, Y. (2020). Control biológico del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la comunidad de Santiago, Aymaraes [Tesis de grado Universidad Tecnológica de los Andes Facultad]. file:///C:/Users/COM%C2%B4PUTEACH/Downloads/Control_biologico_del_cogollero_Spodopte.pdf
- Hernández, A., Estrada, B., Rodríguez, R., García, J., Patiño, S. y Osorio, E. (2019). Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(4), 803-813. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n4/2007-0934-remexca-10-04-803.pdf>
- IICA (Institute for International Cooperation in Animal Biologics) y CFSPH (Center for Foods Security and Public Health). (2007). Miasis por el gusano Barrenador Veterinary Medicina lowo University. https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/miasis_por_el_gusano_barrenador.pdf
- Interoc. (2021). Emblema. <https://www.interoc.biz/producto/emblema/>
- Interoc. (2024). Días de campo emblema ultra en Ecuador. <https://www.interoc.biz/2024/04/30/dias-de-campo-emblema-ultra-en-ecuador/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (1 de abril de 2024). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2023*. [Informe 2023]. INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec//estadisticas-agropecuarias-2>
- Jáquez, A., Pérez, G., Marquez, M. y Pérez, G. (2022). Impacto económicos y ambientales de los plaguicidas en el cultivo de maíz, alfalfa y nogal en Durango, México. *Rev. Int. Contam. Ambic*, 38, 219-233. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v38/0188-4999-rica-38-54169.pdf>
- Jaya, D. y Villavicencio, K. (2023). Efectividad de la aplicación de silicio, insecticidas y sus combinaciones sobre gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) En maíz (*Zea mays* L.) [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de

- Agropecuario de Manabi Mauel Felix Lopez].
<http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/2260>
- Jiménes, E. y Rodríguez, O. (2014). Insectos plagas en el cultivo en nicaragua. *Managua, Nicaragua*. 227. <https://repositorio.una.edu.ni/2700/1/NH10J61ip.pdf>
- Kato, K., Kiyonaka, S., Sawaguchi, Y., Tohnishi, M., Masaki, T., Yasokawa, N., Mizuno, Y., Mori, E., Inoue, K., Hamachi, I., Takeshima, H., Mori, Y. 2009. Molecular characterization of flubendiamide sensitivity in the lepidopterous ryanodine receptor Ca²⁺ release channel. *Biochemistry*, 48(43), 10342-10352
<https://doi.org/10.1021/bi900866s>
- Kawabata, A., Myers, R., Miyahira, M., Yamauchi, N. y Nakamoto, S. (2023). Field Efficacy of Spinetoram for the Management of Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*). *Insects*, 14(3), 287.
<https://doi.org/10.3390/insects14030287>
- Kong, F., Song, Y., Zhang, Q., Wang, Z. y Liu, Y. (2021). Sublethal Effects of Chlorantraniliprole on *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) Moth: Implication for Attract-And-Kill Strategy. *Toxics*, 9(2), 20.
<https://doi.org/10.3390/toxics9020020>
- Litardo, L. (2019). Efectos de la aplicación de insecticidas al gusano cogollero (*Spodoptera freugiperda*). sobre el rendimientos del cultivo de maiz (*Zea mays*) en la epoca lluviosa en la zona de Mocache [Tesis de Grado, Univercidad Tecnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/129c54d3-6d5f-431c-9908-972fdca2b579>
- Lemus, B. (2016). Evaluacion de insecticidas con diferentes modo de accion para el control del complejo de trips en aguacate (*Persea americana* Mill.) y sus efectos sobre la abeja europea (*Apis mellifera* L.). [Tesis de Grado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/6585/IIAF-M-2016-0397.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Macias, H. (2019). Efectos del control quimico para el manefo de insecticidas plagas en el cultivo de maiz (*Zea mayz*) en el Cantón Buena Fe [Tesis de Grado, Univercidad Tecnica Estatal de Quevedo]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4340>
- Mariño, E. (2018). Efecto residual de benzoato de emamectina, clorantraniliprole y flubendiamide en el control de *Diaphania nitidalis* Stoll (lepidóptera, crambidae) en pepinillo (*Cucumis sativus* L.). [Tesis de Gado, Univercidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4106>
- Martínez, N. (2010). Manejo integrado de plagas: una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y Salud*, 8(1), 73-82.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-32932010000100010&lng=es.

- Miranda, H. (2016). Validación de tecnología de cinco insecticidas químicos y orgánicos en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). [Tesis de Grado, Universidad Estatal de Quevedo]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2028>
- Munhoz, R., Bignotto, T., Pereira, N., Saez, C., Bernalhuk, R., Fassina, V., Pessini, G., Baggio, M., Ribeiro, L., Brancalhão, R., Mizuno, S., Aita, W. y Fernandez, M. (2013). Evaluation of the toxic effect of insecticide chlorantraniliprole on the silkworm *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Open Journal of Animal Sciences*, 03(04), 343–353. <https://doi.org/10.4236/ojas.2013.34051>
- Muñoz, X., Comboza, W., Lara, E., Mendoza, M., Mejia, N., Lopez, J. y Moran, N. (2017). Insecticidas biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* Smith, su incidencia en el rendimiento. *Revista Centro Agrícola*, 44(3), 20-27. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852017000300003
- Murúa, M., García, M., Pereira, M., Pero, E., Willink, E., y Gastaminza, G. (2013). Eficacia en campo del maíz Herculex® I para el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el Noroeste Argentino. *Revista industrial y agrícola de Tucumán*, 90(1), 37 – 43. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182013000100004&lng=es&tlng=es.
- Pazmiño, V. (2023). Evaluación de las moléculas lambda cyhalothrin + chlorantraniliprole en el control del minador (*Hydrellia* sp) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). [Tesis de Grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PAZMI%C3%91O%20FERNANDEZ%20VICTOR%20FABIAN.pdf>
- Perez, E., Neira, M. y Calderon, C. (2019). Alternativas ecológicas en el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz amarillo duro. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 541-550. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.11>.
- Qiao, Z., Li, P., Yao, X., Sun, S., Li, X., Zhang, F. y Jiang, X. (2023). Ciantraniliprole seed treatment effectively controls wireworms (*Pleonomus canaliculatus* Faldermann) and white grubs (*Anomala corpulenta* Motschulsky) in maize fields. *Heliyon*, 9(6), 1-12. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37484362/>
- Quispe, H. (2011). Control químico del cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) y su efecto en sus enemigos biológicos en San Martín de Pangoa (Comunidad Nativa de San Ramón de Pangoa). [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro de Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/327>
- Ramos, F., Garcia, A., Vazquez, O. y Fuantos, J. (2022). Organismo entomopatogeno, control etológico y químico para el manejo de gusano

- cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en maíz. *Investigacion y Ciencias de la Univercidad Autonoma de Aguascalientes*, 30(86) 1-11. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2022863380>
- Richardson, E., Troczka, B., Gutbrod, O., Emyr, T. y Nauen, R. (2020). Diamide resistance: 10 years of lessons from lepidopteran pests. *Journal of Pest Science*, 93, 911–928. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01220-y>
- Saglam, Ö., Athanassiou, C., y Vassilakos, T. (2013). Comparison of spinetoram, imidacloprid, thiamethoxam and chlorantraniliprole against life stages of *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete. *Crop Protection*, 53, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.05.007>
- Sağlam, Ö., Çelik, A., Işıkber, A., Bozkurt, H., Sakka, M. y Athanassiou, G. (2022). Efficacy of Spinetoram for the Control of Bean Weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae) on Different Surfaces. *Insects*, 13(8):723. <https://doi.org/10.3390/insects13080723>
- Sarkar, S. y Roy, S. (2017). Monitoring the effects of a lepidopteran insecticide, Flubendiamide, on the biology of a non-target dipteran insect, *Drosophila melanogaster*. *Environ Monit Assess*, 189(557). <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6287-6>
- Sauza, J. (2021), Informe sobre la situación de los plaguicidas altamente peligrosos (PAP) y las estrategias sobre producción sustentable en la Argentina. https://ipen.org/sites/default/files/documents/cetaar_anexo_d_informe_pap_15_junio_2021.pdf.
- Selby, T., Lahm, G., Stevenson, T., Hughes, K., Cordova, D., Annan, B., Barry, J., Benner, E., Currie, M., y Pahutski, T. (2013). Discovery of Ciantraniliprole, a potent and selective anthranilic diamide ryanodine receptor activator with cross-spectrum insecticidal activity. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 23(23), 6341–6345. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2013.09.076>
- Solbreck, C., Knape, J. y Förare, J. (2022). Role of weather and other factors in the dynamics of a low-density insect population. *Ecology and Evolution*, 12(9). <https://doi.org/10.1002/ece3.9261>
- Sotelo P., Chung, W., Lin, M., Chiang, M. y Ramasamy, S. (2021). Oviposition preference not necessarily predicts offspring performance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on vegetable crops. *Scientific Reports*, 11(15885), <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95399-4>
- Sparks, T., y Nauen, R. (2015). IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.11.014>
- Syngenta. (2023) *Minecto™ Duo*. (PL0004252023). https://www.syngenta.com.co/sites/g/files/kgtny501/files/media/document/2023/08/11/minecto_duo_ficha_tecnica_agosto_23.pdf

- Tejeda, M., Solis, F., Díaz, J., Peláez, A., Ayvar, S., y Mena, A., (2016). Evaluación de insecticidas en el control de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz en Cocula, Guerrero. *Entomología Mexicana*, 3, 391 -394. <https://www.researchgate.net/publication/324978218>
- Vargas, J. (2018). Evaluación de insecticidas de contacto y sistémico bajo dos modos de aplicación para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. [Tesis de Grado, Universidad Tecnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5147/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000130.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Valverde, A., Cornejo, A., Carbajal, K., Cordova, H. y Jacobo, S. (2020). Importancia de los entomopatógenos en el control de la plaga *Spodoptera frugiperda* (Smith) en el cultivo del maíz morado. *REBIOL*, 40(2), 206-217. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/3516/4233>
- Vélez, M., Betancourt, C. y Mendoza, J. (2021). Evaluación de diferentes momentos de aplicación de insecticida Metomil 90% para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. *Ciencia y Tecnología*, 14(2), 33-40. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.500>
- Villarreal, M. (2018). Comportamiento del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el cantón San Vicente, Manabí [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí] <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1447/1/ULEAM-AGRO-0031.pdf>
- Whalen, R., Herbert, D., Malone, S., Kuhar, T., Brewster, C. y Reisig, D. (2016). Effects of Diamide Insecticides on Predators in Soybean. *Revista de Economic Entomology*, 109(5), 2014–2019, <https://doi.org/10.1093/jee/tow173>
- Wang, J., Liu, Y., Gao, J., Xie, Z., Huang, L., Wang, W., y Wang, J. (2013). Molecular cloning and mRNA expression of a ryanodine receptor gene in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 107(3), 327–333. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2013.09.006>
- Zhang, R., Jang, E. B., He, S., y Chen, J. (2015). Lethal and sublethal effects of Ciantroniliprole on *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). *Pest Management Science*, 71(2), 250–256. <https://doi.org/10.1002/ps.3791>

ANEXOS



Anexo 1. ciclo de vida del gusano
(*Spodoptera frugiperda*).



Anexo 3. Fungicidas para el control
de maleza.



Anexo 2. Siembra del maíz



Anexo 4. Carteleros de los tratamientos



Anexo 5. Incidencia y daño del
gusano



Anexo 6. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)



Anexo 7. Aplicación de fertilizante



Anexo 8. Preparación de los fertilizantes



Anexo 9. Peso de los granos de maíz



Anexo 10. Toma de datos



11-A



11-B



11-C



11-D

Anexo 11. Insecticidas químicos (nuevas moléculas)