

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA TROPICAL



TESIS

**CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)
CON CINCO INSECTICIDAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ
AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) VARIEDAD MARGINAL 28 T,
EN EL SECTOR DE SAN PEDRO, DISTRITO DE SANTA ANA,
LA CONVENCIÓN-CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. KEVIN STHIL COBOS TUPA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO TROPICAL**

ASESOR:

Mg. LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

CUSCO – PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada: CONTROL DEL GUSANO COGOLERA (Spodoptera frugiperda) CON CINCO INSECTICIDAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ AMARILLO DURO (2da. MAYO L.) VARIEDAD MARGINAL 28T, EN EL SECTOR DE SAN PEDRO, DISTRITO DE SANTA ANA, LA CONVENCIÓN-CUSCO.

Presentado por: KEVIN STHEL COBOS TUPA DNI N° 70134542; presentado por: DNI N°: Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGRONOMO TROPICAL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 09 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un Informe al Inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el Informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 18 de MAYO de 2026

Firma

Post firma LUIS J. LIZARRAGA VALENCIA

Nro. de DNI 23902170

ORCID del Asesor 0000-0001-5600-7998

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: old: 27259:592020281

TESIS_KEVIN_MAIZ_FINAL.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:592020281

Fecha de entrega

16 may 2026, 7:34 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

16 may 2026, 8:09 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_KEVIN_MAIZ_FINAL.pdf

Tamaño del archivo

4.3 MB

154 páginas

39.520 palabras

204.845 caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones


- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
9 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios, por la vida, la fortaleza y la sabiduría que hicieron posible la culminación de esta etapa.

A mis padres, Yarita Tupa Garcia y Juan Tapia Gallegos, por su apoyo constante, esfuerzo y ejemplo en mi formación personal y profesional.

A mi familia, por su acompañamiento y motivación permanente durante todo el proceso académico.

A la memoria de mi abuelo Eusebio y de mi hermano Geofry, como fuente de inspiración en cada logro alcanzado.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por la formación académica brindada. A la Facultad de Agronomía y Zootecnia y a la Escuela Profesional de Agronomía Tropical, por constituir la base de mi desarrollo profesional. Asimismo, expreso mi reconocimiento a los docentes por sus enseñanzas, orientación y por los conocimientos impartidos durante mi formación académica.

Al Mg. Luis Justino Lizarraga Valencia, asesor de la presente investigación, por su orientación, apoyo permanente y acompañamiento durante el desarrollo del estudio.

Al Ing. Aldo Sencia Alarcón y al Ing. Angel Heberon Bustos Mamani, por su apoyo técnico y sus aportes durante el proceso de ejecución de la investigación.

A mis compañeros, colegas y al personal del SENASA, por el apoyo brindado y las facilidades otorgadas durante el desarrollo del presente trabajo.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron en la culminación de la presente investigación.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
I. EL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	3
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos	4
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	5
2.1. Objetivos	5
2.1.1. Objetivo general	5
2.1.2. Objetivos específicos.....	5
2.2. Justificación.....	5
III. HIPÓTESIS	7
3.1. Hipótesis general.....	7
3.2. Hipótesis específicas	7
IV. MARCO TEÓRICO	8
4.1. Antecedentes	8

4.2. Bases teóricas	10
4.2.1. Generalidades del cultivo de maíz.....	10
4.2.1.1. Origen y domesticación	10
4.2.1.2. Taxonomía y clasificación botánica	11
4.2.1.3. Características morfológicas del maíz amarillo duro	12
4.2.1.3.1. Sistema radicular	13
4.2.1.3.2. Tallo.....	13
4.2.1.3.3. Hojas.....	13
4.2.1.3.4. Panoja	13
4.2.1.3.5. Grano	14
4.2.1.4. Importancia económica y social del maíz en el Perú.....	14
4.2.1.4.1. Producción mundial.....	16
4.2.1.5. Variedades de maíz amarillo duro	16
4.2.1.5.1. Variedad Marginal 28 Tropical	17
4.2.2. Fenología del cultivo de maíz	18
4.2.2.1. Etapa vegetativa.....	18
4.2.3. Gusano cogollero.....	19
4.2.3.1. Taxonomía	19
4.2.3.2. Ciclo biológico y comportamiento de gusano cogollero	20
4.2.3.2.1. Huevo	20
4.2.3.2.2. Larva.....	21
4.2.3.2.3. Pupa	22
4.2.3.2.4. Adulto	23

4.2.3.3. Relación entre la fenología del maíz y el ataque del gusano cogollero.....	23
4.2.3.4. Daño causado por gusano cogollero.....	26
4.2.4. Métodos de control del gusano cogollero.....	27
4.2.4.1. Métodos preventivos.....	27
4.2.4.2. Métodos curativos.....	28
4.2.4.3. Estrategias del manejo integrado de plagas (MIP).....	29
4.2.5. Caracterización de los insecticidas evaluados en la investigación.....	30
4.2.5.1. Campal®.....	30
4.2.5.2. Ciperklin 25.....	33
4.2.5.3. Contrino.....	36
4.2.5.4. Karate®.....	39
4.2.5.5. Larvin Plus.....	41
4.2.6. Evaluación de la eficacia de insecticidas.....	44
4.2.6.1. Definición.....	44
4.2.6.2. Métodos de evaluación de eficacia.....	45
4.2.7. Evaluación de la incidencia del gusano cogollero.....	46
4.2.7.1. Definición de incidencia.....	46
4.2.7.2. Métodos de evaluación de incidencia.....	46
4.2.8. Evaluación de la severidad del daño del gusano cogollero.....	47
4.2.8.1. Definición de severidad.....	47
4.2.8.2. Métodos de evaluación de severidad.....	48

4.3. Marco conceptual	48
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	52
5.1. Tipo, nivel y enfoque de investigación	52
5.2. Ubicación espacial	52
5.2.1. Ubicación Política	52
5.2.2. Ubicación geográfica.....	52
5.2.3. Ubicación hidrográfica	53
5.3. Ubicación temporal	53
5.4. Materiales y metodología.....	53
5.4.1. Materiales	53
5.4.1.1. Materiales de campo	53
5.4.1.2. Insumos.....	53
5.4.1.3. Materiales de gabinete	53
5.4.1.4. Material genético	54
5.4.2. Metodología.....	54
5.4.2.1. Diseño experimental	54
5.4.2.2. Características del campo experimental	55
5.4.2.3. Croquis del campo experimental	56
5.4.2.4. Conducción del experimento	57
5.4.2.4.1. Selección y preparación de la parcela experimental.....	57
5.4.2.4.2. Diseño experimental y disposición de tratamientos	57
5.4.2.4.3. Siembra y manejo agronómico del cultivo	58

5.4.2.4.4.	Constatación de infestación de Spodoptera en el campo experimental.....	59
5.4.2.4.5.	Aplicación de los tratamientos	60
5.4.2.4.6.	Evaluaciones posteriores a la aplicación	64
5.4.2.4.7.	Recopilación y análisis de datos.....	64
5.4.2.5.	Métodos de evaluación	65
5.4.2.5.1.	Eficacia	65
5.4.2.5.2.	Incidencia.....	66
5.4.2.5.3.	Severidad	68
5.4.2.6.	Análisis estadístico	72
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	73
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	121
	ANEXOS	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consumo doméstico de maíz amarillo duro en Perú.	15
Tabla 2. Producción de maíz amarillo duro en Perú.	16
Tabla 3. Características agronómicas de la variedad Marginal 28 Tropical.	17
Tabla 4. Tratamientos en estudio.	54
Tabla 5. Tratamientos y dosis aplicadas en el control de Spodoptera frugiperda.	64
Tabla 6. Escala de severidad del daño foliar en plantas de maíz, adaptada de Davis y Williams (1992).	69
Tabla 7. Estructura del ANVA para un DBCA.	72
Tabla 8. Eficacia (%) de control de Spodoptera, tres (dda).	73
Tabla 11. Eficacia (%) de control de Spodoptera, seis (dda).	76
Tabla 14. Eficacia (%) de control de Spodoptera, nueve (dda).	79
Tabla 17. Eficacia (%) de control de Spodoptera, catorce (dda).	81
Tabla 20. Comportamiento de la eficacia (%), en cuatro momentos de evaluación.	84
Tabla 21. Incidencia (%) de Spodoptera, tres (dda).	86
Tabla 24. Incidencia (%) de Spodoptera, seis (dda).	89
Tabla 27. Incidencia (%) de Spodoptera, nueve (dda).	92
Tabla 30. Incidencia (%) de Spodoptera, catorce (dda).	95
Tabla 33. Comportamiento de la Incidencia (%), en cuatro momentos de evaluación.	98
Tabla 34. Severidad (%) del daño foliar causado por Spodoptera, tres (dda).	100
Tabla 37. Severidad (%) del daño foliar causado por Spodoptera, seis (dda).	103
Tabla 40. Severidad (%) del daño foliar causado por Spodoptera, nueve (dda).	106
Tabla 43. Severidad (%) del daño foliar causado por Spodoptera, catorce (dda).	109
Tabla 46. Comportamiento de la Severidad (%), en cuatro momentos de evaluación.	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de típica de una planta de maíz (<i>Zea mayz</i> L).	14
Figura 2. Estadios larvarios de <i>Spodoptera frugiperda</i> (L1–L6) en maíz.....	22
Figura 3. Ciclo biológico de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	23
Figura 4. Daño ocasionado por el gusano cogollero en maíz amarillo duro.....	27
Figura 5. Presentación de insecticida comercial Campal®.....	33
Figura 6. Presentación de insecticida comercial Cyperklin 25.	36
Figura 7. Presentación de insecticida comercial Contrino.....	38
Figura 8. Presentación de insecticida comercial Karate Zeon.	41
Figura 9. Presentación de insecticida comercial Larvin Plus.	44
Figura 10. Distribución de tratamientos en el campo experimental bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).....	56
Figura 11. Detalle de la unidad experimental y distribución de plantas evaluadas.	56
Figura 12. Escala visual de severidad del daño foliar en maíz causado por <i>Spodoptera frugiperda</i> , basada en niveles progresivos de afectación del cogollo y área foliar (escala 1–9).	70
Figura 13. Representación gráfica de la eficacia (%) de los tratamientos insecticidas contra <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación.	75
Figura 14. Representación gráfica de la eficacia (%) de los tratamientos insecticidas contra <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación.	78
Figura 15. Representación gráfica de la eficacia (%) de los tratamientos insecticidas contra <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación.....	80
Figura 16. Representación gráfica de la eficacia (%) de los tratamientos insecticidas contra <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación.....	83

Figura 17. Comportamiento de la eficacia (%) de los tratamientos en cuatro momentos de evaluación (3, 6, 9 y 14 DDA).....	85
Figura 18. Representación gráfica de la incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación de los tratamientos.....	88
Figura 19. Representación gráfica de la incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.....	91
Figura 20. Representación gráfica de la incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.	94
Figura 21. Representación gráfica de la incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.	97
Figura 22. Comportamiento de la incidencia (%) de infestación de los tratamientos en los diferentes momentos de evaluación.	99
Figura 23. Representación gráfica de la severidad (%) del daño por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.	102
Figura 24. Representación gráfica de la severidad (%) del daño por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.....	105
Figura 25. Representación gráfica de la severidad (%) del daño por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.	108
Figura 26. Representación gráfica de la severidad (%) del daño por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.	111
Figura 27. Comportamiento de la severidad (%) del daño foliar bajo los diferentes tratamientos en los distintos momentos de evaluación.....	113

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la eficacia de cinco insecticidas en el control del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, en el cultivo de Maíz amarillo duro variedad Marginal 28 T, en el sector San Pedro, distrito de Santa Ana, provincia de La Convención, Cusco. Se evaluaron la eficacia de control, incidencia de infestación y severidad del daño foliar. El experimento se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las evaluaciones se realizaron antes de la aplicación y a los 3, 6, 9 y 14 días después de la aplicación.

Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Larvin Plus presentó la mayor eficacia de control con 100 %, seguido de Contrino con 98.80 % y Karate® con 92.31 %. En incidencia, Karate® y Contrino registraron los menores valores (37.50 %), mientras que en severidad destacaron Contrino (8.47 %), Karate® (9.72 %) y Larvin Plus (11.94 %), con menor daño foliar respecto al testigo.

Se concluye que Larvin Plus, Contrino y Karate® fueron los tratamientos más efectivos para el manejo químico del gusano cogollero, reduciendo significativamente la población larval, la incidencia y la severidad del daño en condiciones agroecológicas de selva alta.

Palabras clave: Marginal 28 T; *Spodoptera frugiperda*; Control químico; Insecticidas.

INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) constituye uno de los cultivos agrícolas más importantes a nivel mundial, tanto por su aporte a la seguridad alimentaria como por su relevancia en la industria agroalimentaria. De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2024), la producción mundial durante la campaña 2023/2024 alcanzó 1 232,57 millones de toneladas, siendo liderada por Estados Unidos, China y Brasil. En el caso del Perú, la producción nacional se sitúa en 1,5 millones de toneladas, lo que evidencia una alta dependencia de importaciones para abastecer principalmente a los sectores avícola y porcícola.

A nivel nacional, el maíz amarillo duro representa un cultivo estratégico para pequeños y medianos productores, constituyéndose en una fuente importante de ingresos económicos. En 2023, se registró una producción de 1 330 989 toneladas, con un rendimiento promedio de 4 879 kg/ha (MIDAGRI, 2024). No obstante, la rentabilidad del cultivo se ha visto afectada por la disminución del precio en chacra, asociada a la dinámica del mercado internacional. A pesar de ello, zonas como la Selva Alta, particularmente la provincia de La Convención, mantienen condiciones agroecológicas favorables que sustentan su producción.

Uno de los principales factores que limita el rendimiento del maíz en zonas tropicales es la incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), plaga de alta capacidad destructiva que afecta principalmente el cogollo y las hojas jóvenes. Su ataque reduce la capacidad fotosintética y compromete el desarrollo del cultivo, generando pérdidas económicas significativas cuando no se implementan medidas de control oportunas. En este contexto, el control químico continúa siendo una de las estrategias más utilizadas, debido a su efecto inmediato y disponibilidad en el mercado.

Sin embargo, la eficacia de los insecticidas puede variar en función del producto, la dosis y las condiciones de campo, lo que hace necesario evaluar su desempeño bajo condiciones específicas. En este sentido, resulta fundamental analizar comparativamente su efectividad no

solo en la reducción de la población larval, sino también en la incidencia de infestación y la severidad del daño, variables clave para determinar un control eficiente dentro de un enfoque de manejo integrado de plagas.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de cinco insecticidas comerciales en el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz amarillo duro variedad Marginal 28 T, en el sector de San Pedro, distrito de Santa Ana, provincia de La Convención, Cusco. Para ello, se analizaron las variables de eficacia, incidencia y severidad del daño durante un periodo de 14 días después de la aplicación, con la finalidad de generar información técnica que contribuya a la toma de decisiones en el manejo fitosanitario del cultivo.

EL AUTOR

I. EL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

En el sector San Pedro, distrito de Santa Ana, provincia de La Convención – Cusco, el cultivo de maíz amarillo duro presenta recurrentes infestaciones del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), lo que ocasiona una reducción significativa del rendimiento y afecta la rentabilidad del cultivo.

A partir de la observación en campo, se evidenció que los agricultores enfrentan esta problemática mediante el uso de insecticidas comerciales aplicados de manera empírica, sin criterios técnicos definidos ni estrategias de manejo integrado de plagas. Esta situación limita la efectividad del control y genera un uso ineficiente de los insumos químicos.

Asimismo, se identificó la ausencia de prácticas complementarias, como el monitoreo sistemático de la plaga, el uso de umbrales de acción y la rotación de ingredientes activos, lo que incrementa la dependencia del control químico, eleva los costos de producción y compromete la sostenibilidad del sistema productivo.

En este contexto, el problema de investigación se define como el control ineficiente del gusano cogollero bajo las condiciones agroecológicas del sector San Pedro, lo que evidencia la necesidad de evaluar alternativas de control químico que permitan mejorar la eficacia del manejo de la plaga.

Por ello, se plantea evaluar comparativamente cinco insecticidas comerciales, con el propósito de determinar su eficacia en la reducción de la población larval, la incidencia de infestación y la severidad del daño en el cultivo de maíz amarillo duro variedad Marginal 28 T.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de cinco insecticidas en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T, en el sector de San Pedro, distrito de Santa Ana, La Convención-Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la eficacia de los cinco insecticidas en la reducción de la población del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T?
- ¿Cómo influye la aplicación de los cinco insecticidas en la incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T?
- ¿Cómo influye la aplicación de los cinco insecticidas en la severidad del daño causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de cinco insecticidas en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T, en el sector de San Pedro, distrito de Santa Ana, La Convención, Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la eficacia de cinco insecticidas en la reducción de la población del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T.
- Analizar el efecto de cinco insecticidas en la incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T.
- Cuantificar el efecto de cinco insecticidas en la severidad del daño causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T.

2.2. Justificación

La presente investigación se justifica por su aporte científico, económico y social, orientado a mejorar la gestión fitosanitaria del cultivo de maíz amarillo duro en el sector San Pedro, distrito de Santa Ana, provincia de La Convención – Cusco.

- Desde la perspectiva económica, la infestación por *Spodoptera frugiperda* genera un incremento significativo en los costos de producción debido al uso frecuente y, en muchos casos, ineficiente de insecticidas, lo que reduce la rentabilidad del cultivo. La evaluación comparativa de la eficacia de cinco insecticidas comerciales permitirá identificar

alternativas más eficientes y costo-efectivas, contribuyendo a una mejor toma de decisiones en la inversión de insumos agrícolas.

- Desde el enfoque social, el estudio adquiere relevancia debido a la importancia del maíz amarillo duro como fuente de sustento económico para numerosas familias del sector. Un control más eficiente del gusano cogollero contribuirá a mejorar la estabilidad productiva y económica de los agricultores, promoviendo prácticas de manejo basadas en información técnica y científica en lugar de decisiones empíricas.
- Desde la perspectiva científica, la investigación aportará información experimental sobre la eficacia de insecticidas comerciales bajo condiciones agroecológicas locales, aspecto que actualmente no se encuentra suficientemente documentado para la zona de estudio. Los resultados generados servirán como base técnica para el fortalecimiento de estrategias de manejo de la plaga y como referencia para futuros estudios relacionados con el control químico del gusano cogollero en el cultivo de maíz.

En conjunto, los resultados de esta investigación contribuirán a la optimización del control fitosanitario del maíz amarillo duro, a la reducción de costos de producción y al fortalecimiento del conocimiento técnico-científico, favoreciendo la sostenibilidad y competitividad de la producción agrícola en la región.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El uso de cinco insecticidas presentará diferencias significativas en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T, en el sector de San Pedro, distrito de Santa Ana, La Convención, Cusco.

3.2. Hipótesis específicas

- Existen diferencias significativas en la reducción de la población del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) entre los cinco insecticidas evaluados.
- La incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) presentará diferencias significativas en función de los insecticidas aplicados en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T.
- La severidad del daño causado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) presentará diferencias significativas entre los insecticidas evaluados en el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

4.1.1. Internacional

Chango (2012) en su investigación titulada: “Control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)” en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, con el objetivo de evaluar la eficacia del insecticida Larvin en distintas dosis y momentos de aplicación para el manejo de esta plaga. El estudio se realizó en Tungurahua bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres dosis (5, 10 y 15 cc/0,45 kg de arena) y cuatro épocas de aplicación (30, 60, 90 y 120 días después de la siembra), además de un testigo sin tratamiento. Se evaluaron variables clave como incidencia y severidad del ataque del gusano cogollero, altura de planta y rendimiento del cultivo, utilizando análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Los resultados mostraron que la dosis de 15 cc/0,45 kg de arena aplicada a los 60 días redujo significativamente la incidencia de la plaga (32,59%) y la severidad del daño (4,49%), además de mejorar el crecimiento de la planta (4,87 m) y alcanzar el mayor rendimiento (26,27 t/ha). El estudio concluyó que esta combinación de dosis y época de aplicación optimiza el control de *Spodoptera frugiperda* en maíz, mejorando la productividad sin aumentar costos excesivos. Además, se destacó que la aplicación con arena permitió una mejor distribución del insecticida en el cogollo, incrementando su efectividad y reduciendo la necesidad de aplicaciones repetidas.

Litardo (2019) llevó a cabo la investigación titulada: “Efecto de la aplicación de insecticida al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la época lluviosa en la zona de Mocache”, en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. El estudio tuvo como propósito evaluar la eficacia del insecticida Solaris aplicado en distintos intervalos de tiempo después de la siembra para determinar su efecto sobre el control del gusano cogollero y el rendimiento del maíz. La investigación se

desarrolló en la finca experimental "La María" bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con seis tratamientos, incluyendo intervalos de aplicación de 12, 18, 24 y 30 días después de la siembra, un tratamiento con aplicación convencional del agricultor y un testigo sin control químico. Para evaluar la efectividad del control y el impacto en el rendimiento del cultivo, se midieron variables como presencia de *Spodoptera frugiperda*, nivel de daño en el área foliar, porcentaje de mazorcas sanas y dañadas, rendimiento en kg/ha y análisis económico, utilizando análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$). Los resultados mostraron que el tratamiento con aplicación de Solaris cada 12 días después de la siembra redujo significativamente la presencia de la plaga (20,4%), presentó el menor nivel de daño foliar (3,25 en la escala de Davis & Williams) y alcanzó el mayor rendimiento (6562,5 kg/ha). Además, este tratamiento mostró la mayor relación Beneficio/Costo (1,95), con una rentabilidad del 95,49%. El estudio concluyó que la aplicación de insecticidas en intervalos adecuados optimiza el control del gusano cogollero sin generar costos excesivos, además de reducir el impacto del ataque de la plaga en el rendimiento del maíz.

4.1.2. Nacional

Ojeda (2018) llevó a cabo la investigación titulada: "*Insecticidas para el control de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) en maíz (Zea mays L.) en La Molina*", en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. El estudio tuvo como propósito evaluar la eficacia de distintos insecticidas en la reducción de la incidencia del gusano cogollero y su impacto sobre el grado de daño foliar en el cultivo de maíz. La investigación se realizó en el sector agrícola "Campos Libres 2" de la universidad, bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con seis tratamientos consistentes en la aplicación de Chlorantraniliprole, Spinetoram, Indoxacarb, Chlorfenapyr, Emamectin benzoato y Bacillus thuringiensis, además de un testigo sin aplicación. Se evaluaron variables como número de larvas vivas, masa de huevos, larvas

parasitadas, grado de daño foliar y cogollos infestados, con mediciones a los 3, 5, 7, 10 y 14 días posteriores a cada aplicación. Los resultados demostraron que los tratamientos con Chlorantraniliprole y Spinetoram presentaron el mayor porcentaje de control de larvas y el menor grado de daño foliar, alcanzando eficacias superiores al 89% a los 3 días de la primera aplicación y manteniéndose en niveles de 66% a los 14 días. En contraste, *B. thuringiensis* mostró menor efectividad inicial (58%), con una reducción progresiva en su control hasta 24% a los 14 días. El estudio concluyó que la aplicación de insecticidas reduce significativamente la incidencia de *Spodoptera frugiperda* en el maíz, disminuyendo el daño foliar y mejorando la sanidad del cultivo. Asimismo, se recomendó implementar estrategias de rotación de ingredientes activos para evitar la resistencia en la plaga y optimizar la sostenibilidad del manejo químico.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Generalidades del cultivo de maíz

4.2.1.1. Origen y domesticación

Paliwal (2001) indica que el maíz (*Zea mays* L.) es una de las especies domesticadas más antiguas, con evidencia arqueológica que sitúa su origen en Mesoamérica, específicamente en el valle del río Balsas en México, donde fue cultivado hace aproximadamente 7,000 a 10,000 años. Restos de mazorcas y polen fósil encontrados en cuevas de México y Guatemala refuerzan esta teoría, consolidándose como la más aceptada sobre su origen.

Wilkes (1989) sostiene que la domesticación del maíz fue un proceso gradual, impulsado por la selección artificial de los agricultores precolombinos, quienes favorecieron plantas con mazorcas más grandes y granos accesibles. Estudios genéticos han demostrado que el teosinte (*Zea mays ssp. parviglumis*) es el pariente silvestre más cercano del maíz, compartiendo similitudes genéticas clave que permitieron su domesticación.

Wilkes & Goodman (1995) presentan tres hipótesis principales sobre el origen del maíz. La hipótesis del origen mesoamericano, la más respaldada, sostiene que el maíz evolucionó directamente a partir del teosinte en México, donde ambas especies han coexistido durante miles de años, mostrando una gran diversidad genética. La hipótesis del origen andino sugiere que el maíz pudo haber sido domesticado en los Andes de Perú, Bolivia y Ecuador, debido a la gran variabilidad genética encontrada en estas regiones. Sin embargo, esta hipótesis ha sido descartada debido a la ausencia de evidencia de parientes silvestres en los Andes

Wilkes & Goodman (1995) sostienen que la hipótesis del origen híbrido plantea que el maíz surgió a partir de un evento de hibridación entre el teosinte y otra gramínea no identificada. No obstante, estos autores han demostrado a través de estudios citogenéticos que no existen pruebas concluyentes que respalden esta hipótesis, lo que ha llevado a su rechazo dentro de la comunidad científica.

Paliwal (2001) describe que la expansión del maíz desde Mesoamérica hacia América del Sur y América del Norte se dio de manera progresiva, impulsada por su importancia como alimento básico en las civilizaciones precolombinas. Posteriormente, con la llegada de los europeos a América, el maíz fue introducido en Europa, Asia y África, consolidándose como uno de los cultivos más relevantes en la agricultura global. En la actualidad, existen más de 300 razas de maíz registradas en América Latina, reflejando su diversidad genética y su papel crucial en la seguridad alimentaria mundial.

4.2.1.2. Taxonomía y clasificación botánica

De acuerdo con el **Sistema Integrado de Información Taxonómica [ITIS] (2025)**, organización encargada de proporcionar información taxonómica validada y actualizada sobre plantas, animales, hongos y microbios mediante la colaboración de especialistas y organizaciones internacionales, el maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia Poaceae, dentro del orden Poales, y es considerado una de las gramíneas más importantes a nivel mundial

debido a su uso en la alimentación humana y animal, así como en la industria agroalimentaria y su clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	: Plantae
Subreino	: Viridiplantae
Infrareino	: Streptophyta
Superdivisión	: Embriofitas
División	: Traqueofitas
Subdivisión	: Spermatophytina
Clase	: Magnoliopsida
Superorden	: Lilianae
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Género	: <i>Zea</i> L.
Especie	: <i>Zea mays</i> L.

Según el **Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2025)**, el maíz es una de las especies vegetales con una mayor diversidad genética y ha sido objeto de múltiples estudios taxonómicos debido a su importancia agronómica y su papel en la evolución de los cultivos modernos. La amplia variabilidad del maíz ha permitido su adaptación a diferentes regiones del mundo, generando un alto número de razas con características fenotípicas y genéticas particulares.

4.2.1.3. Características morfológicas del maíz amarillo duro

El **Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA] (2020)** describe al maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) como una planta monocotiledónea de la familia Poaceae, con características morfológicas que le confieren una alta capacidad de adaptación y producción. La planta es monoica, con flores masculinas y femeninas separadas, lo que favorece la polinización cruzada mediada por el viento.

4.2.1.3.1. Sistema radicular

El INIA (2020) señala que el sistema radicular del maíz se compone de raíces seminales y adventicias. Las raíces seminales emergen de la radícula durante la germinación, mientras que las adventicias se desarrollan a partir de los primeros entrenudos, proporcionando estabilidad a la planta. En condiciones óptimas, el sistema radicular puede alcanzar profundidades de hasta 180 cm.

4.2.1.3.2. Tallo

INIA (2020) explica que es cilíndrico, robusto y compuesto por nudos y entrenudos. Su altura varía según la variedad y las condiciones de cultivo, oscilando entre 1.5 y 3.5 metros en híbridos comerciales. Además, su función es clave en la conducción de agua y nutrientes, así como en la acumulación de reservas energéticas en forma de carbohidratos.

4.2.1.3.3. Hojas

INIA (2020) detalla que presentan una disposición alterna y constan de lámina foliar, vaina y lígula. La lámina foliar es alargada y lanceolada, con una nervadura central prominente y venas paralelas. En variedades mejoradas, la arquitectura foliar ha sido modificada para favorecer una disposición más erecta, lo que optimiza la intercepción de luz y maximiza la fotosíntesis.

4.2.1.3.4. Panoja

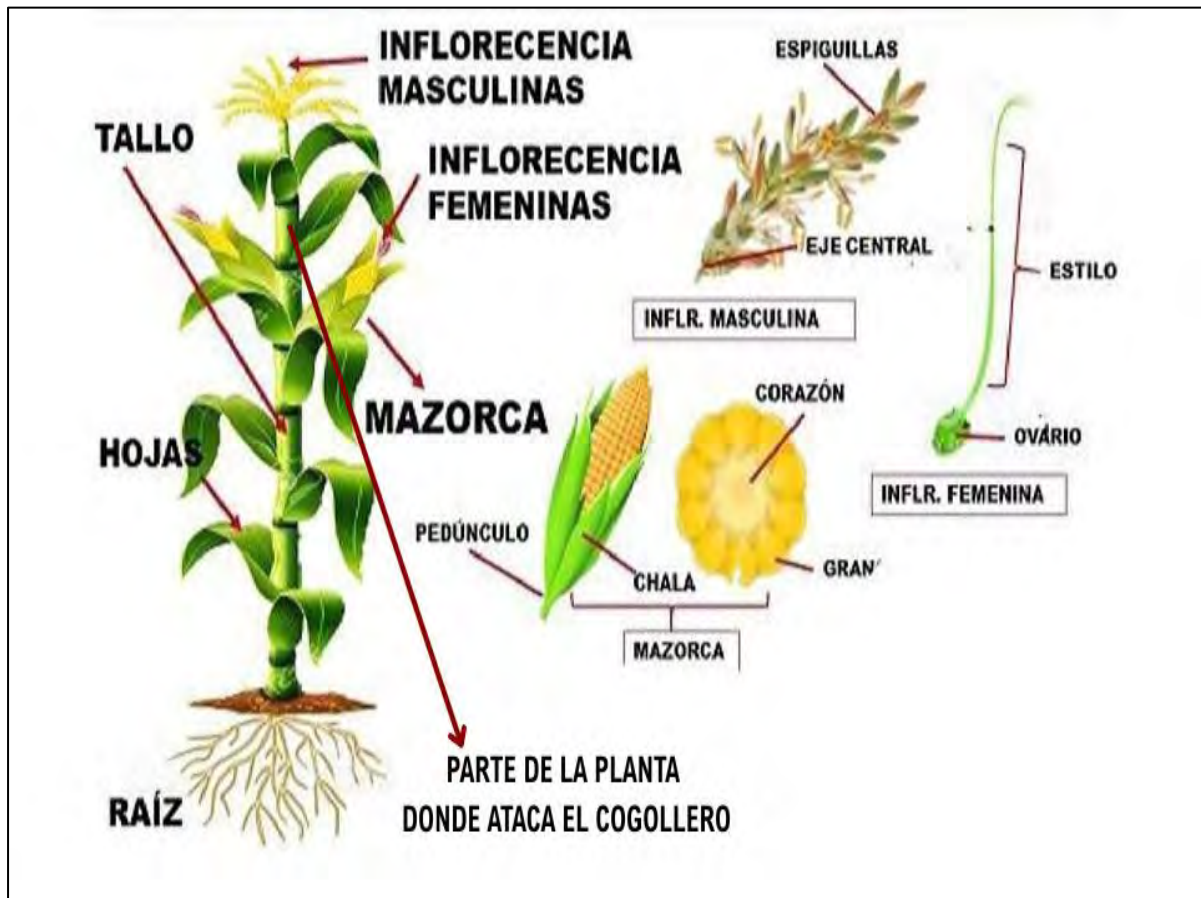
El INIA (2020) describe que el órgano reproductivo masculino, conocido como panoja, se desarrolla en la parte superior del tallo y produce grandes cantidades de polen transportado por el viento. La mazorca, que contiene las flores femeninas, se forma en los nudos intermedios del tallo y puede presentar un número par de hileras de granos debido a su morfogénesis estructural

4.2.1.3.5. Grano

INIA (2020) indica que el grano de maíz es un cariopse, donde el pericarpio y la semilla están fusionados. Se compone de pericarpio, endospermo y embrión, siendo el endospermo la mayor reserva energética. Su color varía de amarillo a naranja, dependiendo del contenido de carotenoides, que influyen en la calidad nutricional del grano.

Figura 1.

Estructura de típica de una planta de maíz (Zea mayz L).



Fuente: Adaptado del Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA] (2020) y Arca S.A. (2021).

4.2.1.4. Importancia económica y social del maíz en el Perú

El MIDAGRI (2024) señala que el maíz amarillo duro constituye un insumo estratégico para la seguridad alimentaria del país, siendo ampliamente utilizado en la industria avícola, porcícola y en la producción de alimentos balanceados. En el año 2023, la producción nacional alcanzó 1 330 989 toneladas, lo que representó un incremento del 6,0 % respecto al

año anterior. Este crecimiento se sustentó en el aumento del área cosechada (4,0 %) y una mejora en el rendimiento por hectárea (1,9 %), con un promedio de 4 879 kg/ha.

MIDAGRI (2024) informa en cuanto a su impacto económico el precio promedio en chacra fue de S/ 1,27 por kilogramo, registrando una disminución del 9,2 % en comparación con el año 2022. Esta caída estuvo relacionada con la tendencia descendente de los precios internacionales, que redujo el valor de las importaciones y afectó la rentabilidad del productor nacional. Pese a ello, el cultivo del maíz amarillo duro sigue siendo una fuente importante de ingresos para miles de pequeños y medianos agricultores, especialmente en regiones como la Selva Alta, Costa Norte y Sierra Sur.

MIDAGRI (2024) informa que el consumo mundial de maíz amarillo duro en 2023/2024 alcanzó 1 199,76 millones de toneladas, impulsado por la demanda en los sectores avícola, porcino y de biocombustibles. Estados Unidos, China y la Unión Europea concentran más del 50 % del consumo global, con 316,37, 295 y 78,5 millones de toneladas, respectivamente.

MIDAGRI (2024) resalta que; En América Latina, México lidera el consumo con 46 millones de toneladas, seguido de Brasil con 78 millones, manteniendo un equilibrio entre su producción y demanda interna. Perú, en la posición 27, consumió 4,95 millones de toneladas, lo que evidencia su alta dependencia de importaciones para abastecer la industria pecuaria.

Tabla 1.

Consumo doméstico de maíz amarillo duro en Perú (2019/2020 - 2023/2024) en toneladas.

Orden	País	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024 (E)
27	Perú	5 350	5 410	5 020	4 910	5 025
	Otros países	261 095	267 023	273 522	258 246	274 415
—	Total mundial	1 130 753	1 147 424	1 176 181	1 157 783	1 199 762

Nota: E/ Estimado

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA] (2024)

Elaboración: Midagri - Dirección de Estudios Económicos

4.2.1.4.1. Producción mundial

MIDAGRI (2024) informa que la producción mundial de maíz amarillo duro en 2023/2024 alcanzó 1 232,57 millones de toneladas, con Estados Unidos, China y Brasil representando más del 50 % del total global. Estados Unidos lideró la producción con 389,69 millones de toneladas, seguido por China (288,84 millones) y Brasil (124,1 millones).

MIDAGRI (2024) sustenta que; en Sudamérica, Argentina produjo 54 millones de toneladas, mostrando una recuperación significativa, mientras que la Unión Europea registró 64,1 millones de toneladas, afectada por condiciones climáticas adversas y regulaciones en el uso de agroquímicos. Perú, en comparación, ocupa la posición 44 con 1,5 millones de toneladas, representando menos del 0,2 % de la producción mundial, lo que refuerza su alta dependencia de importaciones. Factores como la variabilidad climática y los costos de producción limitan su expansión. Además, enfatiza la necesidad de políticas para fortalecer la producción interna y reducir la vulnerabilidad frente al mercado global.

Tabla 2.

Producción de maíz amarillo duro en Perú (2019/2020 - 2023/2024) en toneladas.

Orden	País	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024 (E)
44	Perú	1 463	1 565	1 549	1 535	1 500
	Otros países	173 808	182 078	189 326	179 964	188 634
—	Total mundial	1 121 873	1 128 685	1 215 925	1 155 935	1 232 570

Nota: E/ Estimado

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA] (2024)

Elaboración: Midagri - Dirección de Estudios Económicos

4.2.1.5. Variedades de maíz amarillo duro

El INIA (2022) ha desarrollado diversas variedades de maíz amarillo duro adaptadas a las condiciones agroecológicas del Perú, tanto de polinización libre como híbridas, orientadas a mejorar el rendimiento, la adaptación y la resistencia a factores bióticos y abióticos. Entre las principales variedades se encuentran: Marginal 28 Tropical, INIA 602, INIA 610 – Nutrimaíz, INIA 608 – Allimarasa e INIA 624 – Killu Suk.

No obstante, considerando su relación directa con los objetivos del presente estudio, el desarrollo técnico se centra exclusivamente en la variedad Marginal 28 Tropical.

4.2.1.5.1. Variedad Marginal 28 Tropical

El INIA (2022), indica que la variedad Marginal 28 Tropical se originó a través de cruzamientos inter e intra poblacionales entre los cultivares ACROSS 7728, FERKE 7928 y LA MAQUINA 7928, todos ellos provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México. Esta variedad fue adaptada y mejorada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA para condiciones tropicales, tanto en la selva alta como en la costa norte del Perú, y fue oficialmente liberada en el año 1984.

El INIA (2022) respecto a su adaptación, señala que Marginal 28 Tropical puede cultivarse hasta los 1 800 m.s.n.m., con un desarrollo óptimo en ambientes cálidos. Además de su buena producción de grano, presenta una notable aptitud para la producción de chala en la costa central, lo que le confiere un valor adicional en sistemas mixtos de producción.

El INIA (2022), en cuanto a su comportamiento frente a factores bióticos y abióticos, destaca que esta variedad es resistente al acame, tolerante a la sequía, y presenta resistencia a enfermedades comunes como la roya (*Puccinia polysora*) y el carbón común (*Ustilago maydis*), lo que la convierte en una opción estratégica para zonas con alta presión biótica y estrés hídrico

Tabla 3.

Características agronómicas de la variedad Marginal 28 Tropical.

Característica	Descripción
Vigor inicial	Intermedio
Color de la plántula	Verde amarillento
Hábito de crecimiento	Erecto
Forma de la hoja	Lanceolada
Color de hoja	Lámina verde, nervadura verde claro
Color del tallo	Verde claro en nudos y entrenudos
Días a 50 % de floración	58 a 60 días después de la siembra
Ciclo vegetativo	110 a 120 días
Coloración de los estigmas	Púrpura
Coloración de la panoja	Púrpura

Altura de planta	200 a 220 cm
Altura de la mazorca	100 a 110 cm
Forma de la mazorca	Cilíndrica a cónica
Color de tusa	Blanco
Color del grano	Amarillo naranja, con ligera capa crema
Tamaño de la semilla	11,8 mm (rango: 11,5 a 12,0 mm)
Forma del grano	Plana, mediana y alargada
Peso de 1 000 granos	300 a 380 g
Número de hileras por mazorca	14 (rango: 12 a 16)
Rendimiento potencial	Hasta 7 000 kg/ha
Rendimiento comercial	Hasta 5 000 kg/ha

Fuente: INIA (2022)

4.2.2. Fenología del cultivo de maíz

Ritchie y Hanway (1982) señalan que la fenología del maíz (*Zea mays* L.) comprende las distintas fases de desarrollo que experimenta la planta desde la siembra hasta la cosecha, caracterizadas por una serie de cambios morfológicos y fisiológicos sucesivos. El conocimiento de estas etapas permite planificar un manejo agronómico más eficiente, sincronizando labores como fertilización, riego y control fitosanitario con las necesidades reales del cultivo. Estos autores establecieron la escala fenológica más utilizada a nivel mundial, la cual divide el ciclo biológico del maíz en dos grandes etapas: la vegetativa (V) y la reproductiva (R).

Oñate (2016) explica que la duración total del ciclo del maíz depende de la variedad y las condiciones ambientales, pudiendo alcanzar hasta 270 días en variedades mejoradas, especialmente cuando el objetivo es obtener grano seco o choclo. Asimismo, indica que el ciclo del cultivo se compone de cuatro fases principales: siembra–emergencia, emergencia–panoja, panoja–espiga y espiga–maduración, cuya suma define la duración total del ciclo vegetativo y productivo.

4.2.2.1. Etapa vegetativa

Ritchie y Hanway (1982) describen que la etapa vegetativa (V) del maíz inicia con la emergencia (VE) y culmina con el panojamiento (VT). Cada subetapa se identifica mediante el número de hojas completamente expandidas con la lígula visible, designadas como V1, V2,

V3 y así sucesivamente. En condiciones óptimas de temperatura y humedad, una nueva hoja emerge aproximadamente cada tres días.

Oñate (2016) precisa que durante esta etapa la planta desarrolla su aparato fotosintético, fortalece el sistema radicular y acumula biomasa que servirá de base estructural para la fase reproductiva. En promedio, una planta adulta de maíz presenta entre 16 y 22 hojas, aunque hacia la floración suele haber perdido las 4 o 5 hojas basales.

Ritchie y Hanway (1982) indican que las etapas fenológicas de un cultivo corresponden a las fases de su ciclo de vida, las cuales se definen por una serie de cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren en periodos específicos desde la siembra hasta la cosecha. En el caso del maíz (*Zea mays* L.), estos autores proponen la escala fenológica más utilizada, la cual divide el desarrollo en dos grandes fases: la etapa vegetativa (V) y la etapa reproductiva (R). La correcta identificación de estas fases constituye un aspecto esencial para realizar un manejo agronómico oportuno y eficiente, especialmente en lo relacionado con fertilización, riego y control fitosanitario.

4.2.3. Gusano cogollero

4.2.3.1. Taxonomía

El **MIDAGRI (2025)**; organización encargada de proporcionar información taxonómica validada y actualizada sobre plantas, animales, hongos y microbios mediante la colaboración de especialistas y organizaciones internacionales, indica que el gusano cogollero, científicamente denominado *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), es una especie perteneciente al orden Lepidoptera, familia Noctuidae, ampliamente conocida por su impacto económico en cultivos como el maíz (*Zea mays* L.). Esta especie ha sido clasificada como un organismo de alto interés agrícola debido a su voracidad y amplia distribución geográfica. La jerarquía taxonómica de *Spodoptera frugiperda* se detalla de la siguiente manera:

Reino: Animalia

Subreino: Bilateria

Infrareino: Protostomía

Superfilo: Ecdisozoos

Filo: Arthropoda

Subfilo: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Infraclase: Neópteros

Superorden: Holometábola

Orden: Lepidoptera

Superfamilia: Noctuoidea

Familia: Noctuidae

Subfamilia: Noctuinae

Tribu: Prodeniini

Género: *Spodoptera*

Especie: *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)

Nombre común: Gusano cogollero

4.2.3.2. Ciclo biológico y comportamiento de gusano cogollero

Ritchie & Hanway (1982) sostienen que la comprensión de la fenología del maíz es esencial para analizar la interacción con plagas clave como *Spodoptera frugiperda*, cuyo comportamiento está estrechamente ligado al ciclo de la planta. Este insecto pertenece al orden Lepidoptera y a la familia Noctuidae, caracterizándose por hábitos nocturnos y un ciclo de vida completo compuesto por los estados de huevo, larva, pupa y adulto.

4.2.3.2.1. Huevo

Jiménez & Rodríguez (2014), citados por Rugama *et al.* (2024), indican que los huevos son redondeados, de color verde pálido, y se depositan en masas que pueden alcanzar hasta 300 unidades. Generalmente, las hembras ovipositan sobre el haz y envés de las hojas

tiernas, cercanas al cogollo, recubriéndolos con escamas de su cuerpo para protegerlos contra depredadores y condiciones ambientales adversas. Según **Capinera (2000)**, la oviposición ocurre durante la noche, con un pico de actividad en las primeras horas posteriores al anochecer. La incubación dura de 3 a 5 días, dependiendo de la temperatura.

4.2.3.2.2. Larva

Jiménez & Rodríguez (2014) afirman que la fase larval de *Spodoptera frugiperda* es la más dañina para el cultivo de maíz, ya que constituye el estado en el cual la plaga consume activamente el follaje y el cogollo. Estos autores sostienen que esta fase tiene una duración aproximada de 14 a 21 días y puede comprender de seis a siete estadios larvarios, cuya duración depende de la temperatura y de la disponibilidad de alimento.

Rugama et al. (2024) precisan que, al eclosionar los huevos, las larvas presentan un color verde claro y permanecen agrupadas en la parte baja de las plantas, refugiadas entre las hojas. Estos investigadores indican que en esta etapa inicial las larvas se alimentan primero del corion de los huevos y, en caso de que el hospedero no sea adecuado, migran en busca de alimento mediante la producción de un fino hilo de seda. En este proceso pueden actuar como larvas cortadoras, ocasionando la pérdida de plántulas jóvenes al seccionar el tallo a nivel del suelo.

Jiménez & Rodríguez (2014) describen que en los primeros estadios (L1–L2) las larvas rasponean las hojas tiernas del cogollo, produciendo pequeñas perforaciones en el limbo. Posteriormente, en los estadios intermedios (L3–L4), se introducen en el centro del cogollo, donde intensifican su actividad alimenticia y originan daños severos como el denominado “corazón muerto”. Estos autores señalan además que, a partir del cuarto estadio, las larvas presentan tonalidades más oscuras, con tres líneas longitudinales amarillentas y pardo oscuras.

Rugama et al. (2024) complementan que en los estadios más avanzados (L5–L6) la larva alcanza longitudes de 35 a 40 mm, con una sutura cefálica en forma de “Y” invertida de

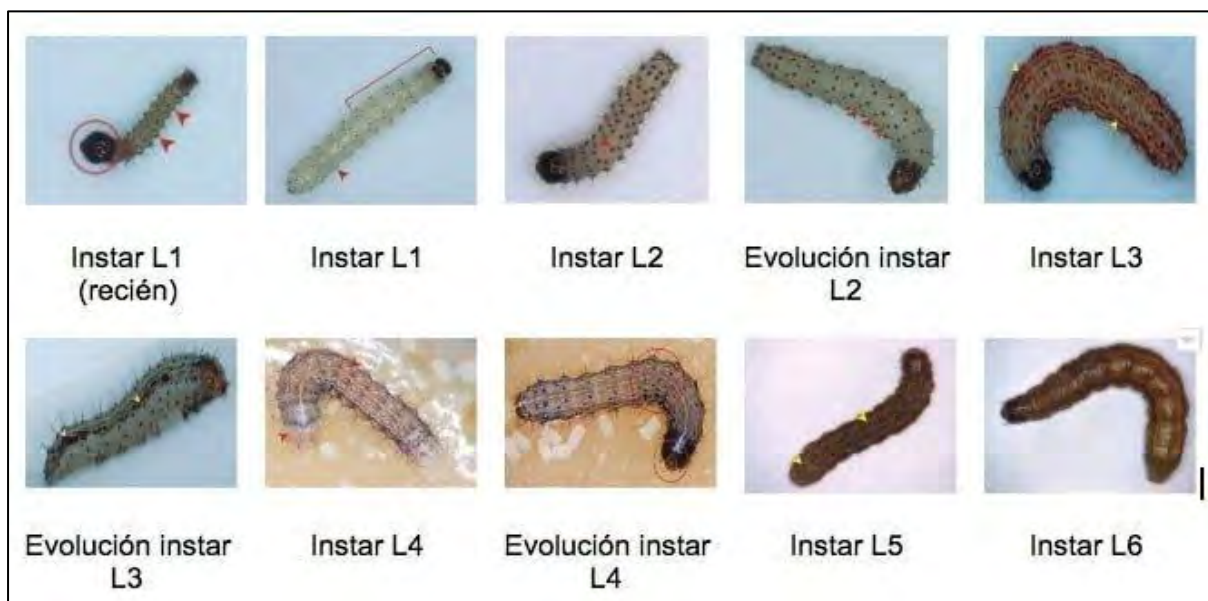
color blanco, lo que constituye un carácter diagnóstico de la especie. Estos autores indican que, al ser molestadas, las larvas se dejan caer arrollando su cuerpo y apoyando la cabeza sobre él. Asimismo, precisan que durante el día se refugian en el interior del cogollo, cubiertas por excretas y restos foliares, mientras que por la noche son más activas en su alimentación.

Rugama et al. (2024) añaden que las larvas presentan un marcado comportamiento caníbal, lo que explica que usualmente se encuentre solo una o dos por planta, incluso dentro de flores o mazorcas. Este comportamiento, según los autores, asegura la supervivencia de los individuos más vigorosos.

Jiménez & Rodríguez (2014) sostienen que en el cultivo de maíz la larva puede incluso introducirse en la mazorca a partir del tercer estadio, alimentándose de granos tiernos y reduciendo tanto el rendimiento como la calidad del producto cosechado.

Figura 2.

Estadios larvarios de Spodoptera frugiperda (L1–L6) en maíz.



Fuente: Futurcrop (2024)

4.2.3.2.3. Pupa

Chango (2012), citado por **Rugama et al. (2024)**, señala que la pupa mide entre 14 y 17 mm, presenta coloración castaña y se localiza en el suelo, donde la larva se entierra a pocos

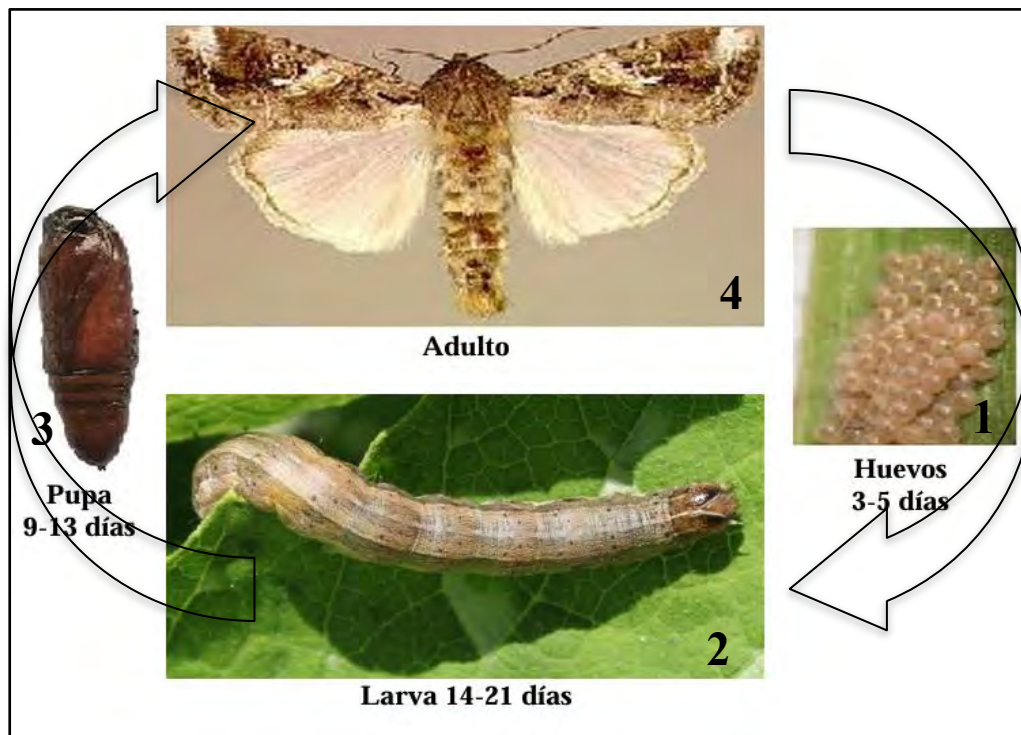
centímetros de profundidad. Este estado dura de 9 a 13 días y constituye una fase de inmovilidad, en la cual la plaga no causa daño.

4.2.3.2.4. Adulto

Rugama et al. (2024) describen que el adulto es una mariposa nocturna de 32 a 38 mm de envergadura alar. Los machos poseen alas anteriores pardas claras con manchas y líneas, mientras que las hembras presentan coloración gris uniforme; en ambos sexos, las alas posteriores son blancas. Según **Urretabizkaya (2018)**, los adultos son activos en la noche y descansan durante el día en el follaje bajo o en restos vegetales cercanos al cultivo. Las hembras pueden vivir entre 7 y 21 días, con capacidad de ovipositar de manera continua, lo que incrementa su potencial de infestación.

Figura 3.

*Ciclo biológico de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).*



Fuente: Jiménez y Rodríguez (2014)

4.2.3.3. Relación entre la fenología del maíz y el ataque del gusano cogollero

Ritchie y Hanway (1982) establecen que la fenología del maíz define etapas morfológicas y fisiológicas claramente diferenciadas, cada una con requerimientos y

vulnerabilidades específicas. En este contexto, Oñate (2015) explica que la fase vegetativa (VE–VT) constituye el periodo de mayor susceptibilidad del cultivo frente a insectos defoliadores, especialmente el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), cuya dinámica biológica coincide con la formación del aparato fotosintético y del cogollo, que representa su fuente principal de alimento.

Jiménez y Rodríguez (2014) sostienen que el daño más severo se produce en los estadios comprendidos entre V3 y V8, cuando las larvas en últimos instares penetran el cogollo y destruyen el punto de crecimiento, generando el característico síntoma de “corazón muerto”, que impide la emisión normal de hojas y puede causar la muerte de la planta. De acuerdo con Díaz (2018), en estas fases tempranas las larvas jóvenes (L1–L2) consumen el tejido tierno de las hojas interiores, mientras que las larvas mayores (L3–L6) perforan el centro del cogollo, reduciendo la capacidad fotosintética y afectando directamente el desarrollo de la flor masculina o espiga.

Hruska y Gould (1997) documentan que, aunque el daño inicial se concentra en etapas vegetativas, las pérdidas económicas más severas ocurren en fases intermedias y finales, cuando el cultivo presenta entre un 55 % y un 100 % de infestación, alcanzando reducciones de rendimiento del 15 % al 73 %, según la densidad larval y el momento del ataque. Durante la etapa reproductiva (R1–R6), Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA] (2022) reporta que la intensidad del daño tiende a disminuir, aunque la plaga puede aún afectar panojas, flores femeninas y mazorcas en formación, comprometiendo la polinización y la calidad del grano cosechado.

Urretabizkaya (2018) advierte que la eficacia de los insecticidas disminuye drásticamente cuando las larvas se encuentran protegidas dentro del cogollo y cubiertas de aserrín, situación que limita el contacto con los productos químicos. Por tal motivo, el

monitoreo constante y la aplicación temprana de insecticidas en estadios vegetativos iniciales (V3–V6) resultan fundamentales para lograr un control eficiente.

Kumbhar (2019) establece que la fenología del maíz determina los umbrales de acción o de alerta para la intervención. Durante la etapa de plántula, el control químico se justifica cuando el 5 % de las plantas presentan daño; en la fase intermedia del cogollo, cuando el daño alcanza el 10 %; y en la etapa tardía del cogollo, cuando supera el 20 %. Estos valores orientan la toma de decisiones en campo, optimizando el uso de insecticidas y reduciendo la presión de selección sobre las poblaciones de *Spodoptera frugiperda*.

Paucarchuco et al. (2004), citados por Quispe (2011) complementan que, durante la etapa de crecimiento lento del maíz, la aplicación de insecticidas debe realizarse cuando el daño excede el 10 % o 15 % de plantas infestadas, mientras que en la etapa de crecimiento rápido es necesario intervenir cuando más del 30 % de las plantas presentan signos de ataque. Esta diferenciación fenológica garantiza que las aplicaciones sean oportunas, eficaces y económicamente justificadas.

Urretabizkaya (2018) enfatiza, finalmente, que la sincronización entre el estado fenológico del cultivo y el desarrollo larval del gusano cogollero determina ventanas críticas para el control. Los primeros estadios larvales, cuando las larvas están expuestas sobre el follaje y el cogollo aún abierto, constituyen el momento óptimo para la aplicación de medidas de manejo químico o biológico, pues la plaga es más vulnerable y las acciones de control logran mayor efectividad. En síntesis, la relación entre la fenología del maíz y el ataque de *Spodoptera frugiperda* demuestra que las etapas vegetativas tempranas (V3–V6) son las más críticas para implementar el control, dado que la plaga está expuesta y el daño potencial al punto de crecimiento es mayor. Un monitoreo riguroso y una intervención basada en los umbrales de daño permiten minimizar pérdidas, reducir la dependencia de agroquímicos y favorecer un manejo integrado más sostenible del cultivo de maíz en zonas tropicales y subtropicales.

4.2.3.4. Daño causado por gusano cogollero

Jiménez & Rodríguez (2014) afirman que el daño ocasionado por *Spodoptera frugiperda* en el maíz es de gran importancia agronómica, debido a que afecta severamente el desarrollo de la planta desde etapas muy tempranas. Estos autores explican que las larvas en sus primeros estadios (L1–L2) se alimentan del interior de las hojas tiernas del cogollo, causando pequeñas aberturas que aumentan de tamaño a medida que progresa el ciclo larval.

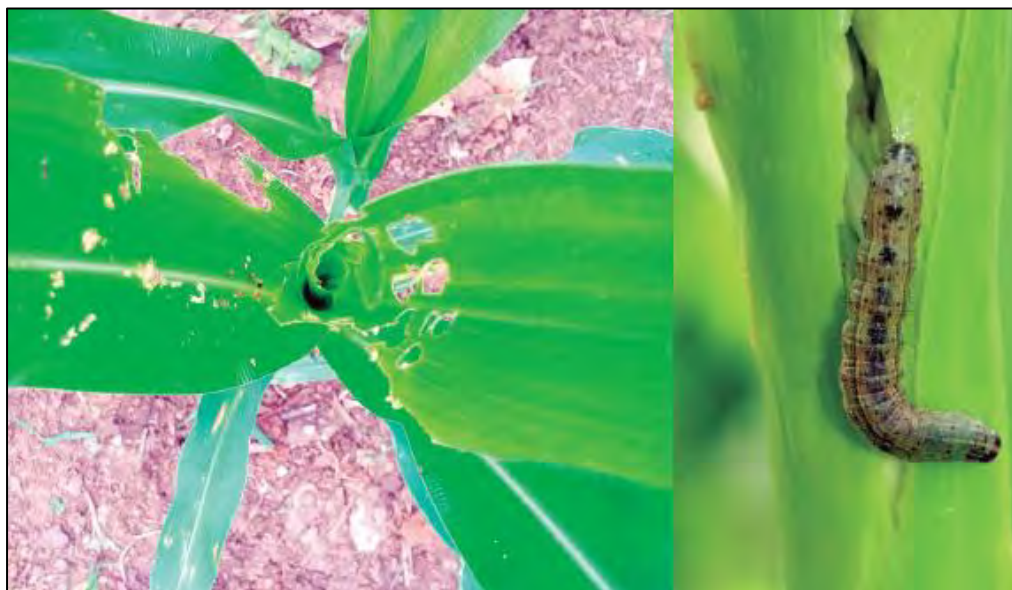
Jiménez & Rodríguez (2014) sostienen que, conforme las larvas alcanzan los estadios intermedios y finales (L3–L6), se introducen en el centro del cogollo, donde ocasionan un daño más severo conocido como “corazón muerto”, producto de la destrucción del punto de crecimiento. Este efecto interfiere con la emisión de nuevas hojas y frena el desarrollo normal del tallo, lo que repercute directamente en la producción de panojas y mazorcas.

Jiménez & Rodríguez (2014) destacan también que el daño suele intensificarse durante periodos de sequía, pues las plantas jóvenes son más vulnerables y el estrés hídrico limita su capacidad de recuperación. En estas condiciones, las larvas pueden incluso cortar tallos, alimentarse de flores o atacar las mazorcas en formación. Además, los autores describen que, al competir por alimento, el gusano cogollero manifiesta un marcado comportamiento caníbal, por lo cual suele encontrarse solo una o dos larvas por planta.

Jiménez & Rodríguez (2014) señalan que otro signo característico es la acumulación de excretas húmedas y oscuras dentro del cogollo, acompañadas de restos de hojas masticadas. Esta mezcla no solo confirma la presencia activa de la plaga, sino que también favorece la colonización por patógenos secundarios, acelerando el deterioro de la planta.

Figura 4.

Daño ocasionado por el gusano cogollero en maíz amarillo duro.



Fuente: INIA (2022)

4.2.4. Métodos de control del gusano cogollero

Rugama et al. (2024) sostienen que el control del gusano cogollero debe abordarse mediante una combinación estratégica de prácticas culturales, biológicas y químicas, orientadas a limitar la proliferación del insecto y reducir su capacidad destructiva en el cultivo de maíz. Estos autores enfatizan que, para una mayor efectividad, es fundamental distinguir entre métodos preventivos y métodos curativos, de acuerdo con el momento de acción y el estado del insecto.

4.2.4.1. Métodos preventivos

Rugama et al. (2024) destacan que los métodos preventivos se aplican antes o durante los primeros estadios del ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda*, con el objetivo de evitar que la plaga alcance niveles de infestación dañinos. Entre estos métodos se incluyen:

- **Control cultural:** **Rugama et al. (2024)** destacan que el uso de semilla certificada, la eliminación de malezas hospederas y la implementación de policultivos con leguminosas constituyen prácticas que reducen la incidencia de la plaga antes de alcanzar niveles críticos.

- **Control biológico:** Rugama *et al.* (2024) explican que depredadores como *Coleomegilla maculata* y parasitoides como *Chelonus insularis* actúan eficazmente sobre huevos y larvas jóvenes, regulando las poblaciones en fases iniciales.
- **Control etológico:** Molina *et al.* (2003) mencionan que el uso de feromonas sexuales en trampas de monitoreo permite detectar y reducir la población de adultos al interferir con el apareamiento, lo cual constituye una medida preventiva que contribuye a la reducción de nuevas oviposiciones.
- **Control físico/mecánico:** Hruska (2019) indica que la recolección manual de larvas, la destrucción de cogollos infestados y la eliminación de residuos de cosecha constituyen métodos simples pero efectivos, especialmente en sistemas de pequeña escala.
- **Uso de entomopatógenos:** Rugama *et al.* (2024) enfatizan que el hongo *Metarhizium anisopliae* es altamente eficaz contra huevos y larvas, alcanzando mortalidades de hasta 100 % bajo condiciones controladas.

4.2.4.2. Métodos curativos

- **Control químico:** Cisneros (1992), citado por Quispe (2011), define el control químico como la represión de poblaciones mediante pesticidas. Rugama *et al.* (2024) advierten que su uso debe restringirse a casos en que el daño supere el umbral económico y aplicarse en estadios L1–L2, cuando la larva aún está expuesta en la superficie del cogollo. En fases avanzadas, la eficacia disminuye por la protección de excretas y restos foliares.
- **Control biológico aplicado:** Rugama *et al.* (2024) señalan que, en condiciones de infestación alta, la liberación masiva de parasitoides o la aplicación de formulados microbianos comerciales (*Bacillus thuringiensis*) pueden actuar de manera curativa, reduciendo poblaciones activas.

4.2.4.3. Estrategias del manejo integrado de plagas (MIP)

Ritchie & Hanway (1982) sostienen que en el maíz amarillo duro var. Marginal 28T, las fases vegetativas intermedias (V3–V6) son críticas porque el cogollo permanece abierto y constituye el punto principal de ataque de *Spodoptera frugiperda*. En estas etapas, las larvas jóvenes (L1–L2) aún se encuentran expuestas en la superficie de las hojas tiernas o en las primeras capas del cogollo, lo que las hace más vulnerables al control químico y biológico.

Cisneros (1995), citado por Quispe (2011), explica que la eficacia del control disminuye conforme las larvas avanzan a estadios intermedios (L3–L6), ya que penetran profundamente en el cogollo y se protegen con excretas y restos foliares. Por ello, la oportunidad de aplicación es determinante para evitar pérdidas económicas.

Jiménez & Rodríguez (2014) explican que la efectividad de los insecticidas disminuye significativamente cuando las larvas de *Spodoptera frugiperda* penetran en el cogollo del maíz y se protegen con excretas y restos vegetales, reduciendo así el contacto con los productos aplicados. Por esta razón, las aplicaciones resultan más convenientes durante los primeros instares larvales (L1–L2) y en las fases vegetativas V3–V6 de la variedad Marginal 28T, cuando la plaga aún permanece expuesta en la superficie foliar. Por lo tanto en relación al control de esta plaga el presente estudio se evaluaron cinco insecticidas de uso común en el manejo de *Spodoptera frugiperda*, cuyos principios activos y dosis fueron los siguientes: Triflumurón (120 g/L) + Tiodicarb (360 g/L) en Larvin Plus® (0,5 L/ha), Cipermetrina (250 g/L) en Ciperklin 25® (200 ml/ha), Lambdacihalotrina (50 g/L) en Karate® (125 ml/ha), Benzoato de emamectina (50 g/kg) en Contrino® (0,15 kg/ha), y Alfa-cipermetrina (100 g/L) en Campal® (0,125 L/ha). Estas moléculas actúan principalmente como insecticidas de contacto o ingestión, y son más efectivas en larvas jóvenes, cuando la plaga está expuesta al follaje.

Hruska (2019) indica que además del control químico, el MIP en la Marginal 28T debe considerar métodos complementarios como el control biológico natural (depredadores y parasitoides), el uso de entomopatógenos (*Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis*) y prácticas culturales (eliminación de malezas hospederas, siembras escalonadas y asociación con leguminosas). Estos métodos han demostrado su efectividad en la reducción de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* en la variedad Marginal 28T, siempre que se apliquen en el momento oportuno.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2017) enfatiza que cada insecto presenta diferentes hábitos y ciclos de vida, por lo que las estrategias de control no deben generalizarse. En el caso de la Marginal 28T, las aplicaciones químicas y biológicas deben enfocarse en las fases vegetativas tempranas y medias, mientras que en etapas reproductivas se debe priorizar el monitoreo, el control biológico y la reducción de refugios alternativos para la plaga.

4.2.5. Caracterización de los insecticidas evaluados en la investigación

4.2.5.1. Campal®

4.2.5.1.1. Composición

Neoagrum S.A.C. (2022) indica que Campal® Plus 100 EC es un insecticida agrícola formulado con el principio activo alfa-cipermetrina, en una concentración de 100 g/L; este compuesto pertenece al grupo químico de los piretroides y, por lo tanto, actúa como modulador de los canales de sodio. Según el fabricante, la presentación corresponde a un concentrado emulsionable (EC), lo cual garantiza una fácil disolución en agua; además, asegura una aplicación homogénea sobre el follaje cuando se emplean equipos convencionales de aspersión.

4.2.5.1.2. Modo de acción

Neoagrum S.A.C. (2022) explica que Campal® ejerce un efecto no sistémico, interfiriendo en el sistema nervioso central y periférico de los insectos; este efecto se logra

mediante la alteración de los canales de sodio en las membranas neuronales, lo que provoca una prolongación de los impulsos eléctricos. Dicha alteración se traduce en hiperexcitación, parálisis y, finalmente, muerte del insecto. El producto actúa tanto por contacto como por ingestión; por ello, resulta eficaz contra insectos de tipo masticador y chupador.

4.2.5.1.3. Actividad larvicida

Neoagrum S.A.C. (2022) sostiene que Campal® presenta una actividad letal inmediata sobre larvas expuestas; asimismo, señala que puede afectar en menor grado a posturas y ninfas. La eficacia se maximiza en estadios larvales tempranos; en consecuencia, el fabricante recomienda realizar aplicaciones apenas se detecten los primeros focos de infestación.

4.2.5.1.4. Recomendaciones de uso

Neoagrum S.A.C. (2022) detalla que, en el cultivo de maíz, Campal® está autorizado para el control de *Spodoptera frugiperda*, con una dosis de 0,125 L/ha; esta aplicación debe realizarse bajo condiciones climáticas y agronómicas favorables. El fabricante sugiere que las aspersiones se efectúen durante las primeras horas de la mañana o bien al atardecer; además, se debe prestar especial atención a factores como humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar. El producto cuenta con un período de carencia de 14 días y un límite máximo de residuos (LMR) de 0,05 ppm en grano de maíz.

4.2.5.1.5. Fitotoxicidad

Neoagrum S.A.C. (2022) manifiesta que Campal® no presenta fitotoxicidad en los cultivos autorizados y/o mencionados en la etiqueta; sin embargo, advierte que se deben respetar estrictamente las dosis y condiciones de uso. Cuando se emplean mezclas con otros insumos, recomienda realizar pruebas previas de compatibilidad, a fin de evitar reacciones indeseables en el cultivo.

4.2.5.1.6. Propiedades físicas y químicas

Neoagrum S.A.C. (2022) describe que Campal® Plus 100 EC presenta una buena estabilidad bajo condiciones normales de almacenamiento; la formulación EC asegura una disolución rápida y una dispersión adecuada del ingrediente activo en la superficie vegetal. No obstante, el fabricante advierte que puede ser incompatible con aguas carbonatadas, productos a base de cobre o sustancias de carácter altamente alcalino o ácido; por consiguiente, se requiere cautela al preparar mezclas en tanque.

4.2.5.1.7. Compatibilidad

Neoagrum S.A.C. (2022) aclara que Campal® es compatible con la mayoría de plaguicidas de uso agrícola; aun así, sugiere realizar una prueba de compatibilidad previa al mezclarlo con fertilizantes foliares o reguladores de crecimiento, para descartar reacciones adversas.

4.2.5.1.8. Consideraciones técnicas adicionales

Neoagrum S.A.C. (2022) recomienda, como medida preventiva frente al desarrollo de resistencia en poblaciones de *Spodoptera frugiperda*, rotar Campal® con insecticidas de distinto grupo químico y modo de acción. De igual modo, el fabricante enfatiza la importancia de calibrar adecuadamente los equipos de aplicación y utilizar siempre protección personal durante el manejo y la aspersion del producto.

Figura 5.

Presentación de insecticida comercial Campal®.



4.2.5.2. Ciperklin 25

4.2.5.2.1. Composición

Tecnología Química y Comercio S.A. [TQC] (2024) señala que Ciperklin 25 es un insecticida agrícola formulado con el principio activo cipermetrina, en una concentración de 250 g/L; además, está acompañado de 750 g/L de ingredientes inertes, lo que completa su presentación como un concentrado emulsionable (EC). Este formulado, incluido en el grupo químico de los piretroides, se distingue por su reconocida acción neurotóxica de amplio espectro; de allí que resulte efectivo en el manejo de plagas de relevancia económica.

4.2.5.2.2. Modo de acción

TQC (2024) explica que la cipermetrina actúa a través de dos vías principales: contacto e ingestión; en ambos casos, la molécula interfiere directamente en el sistema nervioso de los insectos. El principio activo induce una excitación descontrolada en los nervios motores, debido a la inhibición del receptor GABA, a la alteración en la captación de calcio por las neuronas y a la inhibición de enzimas como la monoamino oxidasa (responsables de la

degradación de neurotransmisores). El efecto conjunto desencadena convulsiones, parálisis y, en última instancia, la muerte del insecto.

4.2.5.2.3. Actividad larvicida

TQC (2024) destaca que el denominado efecto de “derribe” o *knock down* de la cipermetrina confiere a Ciperklin 25 una acción rápida y contundente frente a larvas masticadoras; su eficacia se aprecia, sobre todo, en los primeros estadios larvales. Este efecto inmediato convierte al producto en una herramienta de elección para controlar brotes iniciales de *Spodoptera frugiperda* y otras plagas de comportamiento similar.

4.2.5.2.4. Recomendaciones de uso

TQC (2024) recomienda el uso de Ciperklin 25 en diversos cultivos, incluido el maíz, donde está indicado para el control de *Spodoptera frugiperda*. La aplicación debe realizarse mediante pulverización, previa mezcla en agua, utilizando equipos terrestres o aéreos; la clave de su eficacia reside en garantizar una cobertura homogénea del follaje. La dosis sugerida oscila entre 100 y 250 ml por 200 L de agua, dependiendo de la magnitud de la infestación. La empresa subraya que la intervención debe efectuarse al detectarse los primeros síntomas de ataque, en especial si el control biológico no logra contener el avance de la plaga.

4.2.5.2.5. Fitotoxicidad

TQC (2024) afirma que, bajo las condiciones de uso establecidas en la ficha técnica, la cipermetrina no genera efectos fitotóxicos en los cultivos autorizados y/o mencionados en la etiqueta. A la fecha, no se han documentado reportes de fitotoxicidad cuando el producto ha sido empleado dentro de las dosis y frecuencias recomendadas; por lo tanto, su seguridad es considerada aceptable.

4.2.5.2.6. Propiedades físicas y químicas

TQC (2024) describe que Ciperklin 25 se presenta como un líquido translúcido, de tonalidad amarillenta y olor característico a solvente. Su densidad se sitúa entre 0,94 y 0,96 g/mL; no es corrosivo, pero sí inflamable, lo que obliga a extremar precauciones en su almacenamiento. El fabricante informa que el producto conserva estabilidad durante un período de hasta dos años, siempre que se mantenga en su envase original, cerrado herméticamente y bajo temperaturas inferiores a 30 °C. Adicionalmente, se ha comprobado que mantiene su integridad química incluso a 54 °C durante 14 días, sin que se observe degradación significativa del ingrediente activo.

4.2.5.2.7. Compatibilidad

TQC (2024) advierte que el producto es incompatible con insumos de reacción alcalina; por ello, recomienda evitar su mezcla con plaguicidas u otros compuestos que presenten pH elevado. Como medida preventiva, aconseja realizar pruebas de compatibilidad previas antes de proceder con mezclas en tanque.

4.2.5.2.8. Consideraciones técnicas adicionales

TQC (2024) informa que, desde el punto de vista toxicológico, Ciperklin 25 se clasifica como un insecticida moderadamente peligroso (Categoría II). El producto posee una DL50 oral aguda mayor a 249,37 mg/kg, mientras que su DL50 dérmica supera los 4,757 mg/kg; si bien no dispone de un antídoto específico, se recomienda brindar un tratamiento sintomático en caso de intoxicación. Además, se establece un período de reingreso de 48 horas posteriores a la aplicación, y resulta obligatorio el uso de equipo de protección personal (ropa adecuada, guantes y mascarilla), durante la preparación y aplicación.

Figura 6.

Presentación de insecticida comercial Cyperklin 25.



4.2.5.3. Contrino

4.2.5.3.1. Composición

Hortus (2023) describe que Contrino es un insecticida agrícola de aplicación foliar, formulado en gránulos solubles (SG); cada kilogramo del producto contiene 50 gramos de benzoato de emamectina, principio activo perteneciente al grupo de las avermectinas. Estos compuestos, de origen microbiano, se caracterizan por su alta eficacia insecticida y por presentar una toxicidad relativamente baja para organismos benéficos y para el ser humano, lo que refuerza su perfil de seguridad en campo.

4.2.5.3.2. Modo de acción

Hortus (2023) sostiene que Contrino actúa fundamentalmente por ingestión, aunque ofrece un efecto complementario por contacto. Su acción fisiológica consiste en interrumpir los impulsos nerviosos de las larvas, lo que provoca parálisis muscular. Una vez que el insecto consume o entra en contacto con el ingrediente activo, cesa su alimentación y muere por inanición; esta dinámica genera una reducción rápida del daño en el follaje. Adicionalmente, el producto presenta movimiento translaminar, lo que le permite atravesar la cutícula foliar y alcanzar tejidos donde las larvas suelen refugiarse, incrementando así su eficacia residual.

4.2.5.3.3. Actividad larvicida

Hortus (2023) indica que Contrino muestra una alta eficacia larvicida, con efectos letales sobre estadios inmaduros de lepidópteros, entre ellos *Spodoptera frugiperda*. El mecanismo de acción provoca una inmediata paralización del aparato bucal de las larvas, deteniendo su alimentación pocas horas después de la exposición. Este fenómeno fisiológico garantiza una protección rápida del follaje, incluso antes de que se produzca la muerte total de los individuos infestantes.

4.2.5.3.4. Recomendaciones de uso

Hortus (2023) recomienda aplicar Contrino tan pronto se detecten los primeros individuos de la plaga, priorizando una cobertura completa y uniforme del follaje. El fabricante sugiere un máximo de dos aplicaciones consecutivas; sin embargo, aconseja rotar con insecticidas de diferente grupo químico para evitar el desarrollo de resistencia. Aunque la ficha técnica no especifica dosis para maíz, estudios comparativos establecen valores entre 150 y 250 g/ha bajo condiciones agronómicas semejantes. El período de reingreso es de apenas 12 horas, lo cual facilita la continuidad de las labores agrícolas sin comprometer la seguridad.

4.2.5.3.5. Fitotoxicidad

Hortus (2023) aclara que, aplicado bajo las recomendaciones oficiales, Contrino no produce fitotoxicidad en los cultivos autorizados y/o mencionados en la etiqueta. La formulación SG, además, no genera residuos persistentes ni altera de manera negativa la fisiología vegetal. No obstante, el fabricante advierte que se debe evitar la mezcla con otros plaguicidas o fertilizantes, para mantener la estabilidad fisico-química del producto.

4.2.5.3.6. Propiedades físicas y químicas

Hortus (2023) señala que Contrino es un producto no inflamable, no explosivo y no corrosivo, características que favorecen su manejo seguro en campo y su almacenamiento en

condiciones convencionales. El resguardo en el envase original, bien cerrado y en lugares frescos, asegura la estabilidad del formulado durante su vida útil.

4.2.5.3.7. Compatibilidad

Hortus (2023) advierte que Contrino no debe mezclarse con otros plaguicidas ni con fertilizantes, dado que podrían generarse reacciones químicas que alteren su eficacia o su estabilidad. Por tal motivo, el fabricante recomienda su aplicación en tanque exclusivo, limpio y con agua de buena calidad.

4.2.5.3.8. Consideraciones técnicas adicionales

Hortus (2023) clasifica a Contrino como un producto ligeramente peligroso, cuya banda toxicológica es de color azul; esta categorización indica un bajo perfil de riesgo dentro del espectro de insecticidas agrícolas. Para su manipulación, así como para su aplicación, se debe emplear equipo de protección personal (ropa adecuada, guantes, mascarilla), en cumplimiento con las normas de seguridad laboral en campo.

Figura 7.

Presentación de insecticida comercial Contrino.



4.2.5.4. Karate®

4.2.5.4.1. Composición

Syngenta (2023) señala que Karate® con Tecnología Zeon es un insecticida agrícola formulado en cápsulas en suspensión (CS), cuya concentración de ingrediente activo corresponde a 50 g/L de lambda-cihalotrina; este compuesto, un piretroide sintético de tercera generación, se encuentra clasificado dentro del grupo químico 3A del IRAC. El fabricante resalta que se trata de un insecticida de amplio espectro, capaz de ejercer alta eficacia incluso a bajas dosis.

4.2.5.4.2. Modo de acción

Syngenta (2023) explica que Karate® actúa como un insecticida no sistémico, combinando tres mecanismos: contacto, ingestión y acción repelente. El principio activo, la lambda-cihalotrina, interfiere en la transmisión del impulso nervioso al retrasar el cierre de los canales de sodio en los axones; como consecuencia, se produce hiperexcitación, pérdida del control muscular, parálisis y muerte del insecto. Además, el producto ofrece un efecto antialimentación y un poder repelente sobre el área tratada, lo cual amplifica su eficacia, incluso cuando las plagas se exponen a dosis subletales.

4.2.5.4.3. Actividad larvicida

Syngenta (2023) indica que la lambda-cihalotrina posee un efecto de “derribo rápido” (*knock down*), lo que implica la detención de la actividad alimentaria de las larvas en cuestión de minutos. En el caso específico de *Spodoptera frugiperda*, la acción larvicida se observa con gran efectividad en los estadios iniciales, generando una parálisis progresiva que conduce a la muerte. La formulación en cápsulas en suspensión facilita una liberación controlada del ingrediente activo, prolongando el efecto residual en la superficie foliar y garantizando mayor persistencia.

4.2.5.4.4. Recomendaciones de uso

Syngenta (2023) recomienda el uso de Karate® en cultivos como maíz, espárrago y cebolla, entre otros. En maíz, el producto está autorizado para el control de *Spodoptera frugiperda* a una dosis de 125 ml por hectárea; además, cuenta con un período de carencia de 15 días y un límite máximo de residuos (LMR) de 0,02 ppm en grano. La empresa señala que la aplicación debe realizarse cuando las larvas se encuentren en estadios tempranos, y puede repetirse cada 7 a 10 días si la presión de reinfestación lo requiere. No obstante, se recomienda no exceder de dos aplicaciones por campaña ni de cuatro aplicaciones anuales.

4.2.5.4.5. Fitotoxicidad

Syngenta (2023) asegura que Karate® no presenta efectos fitotóxicos en los cultivos autorizados y/o mencionados en la etiqueta, siempre que se utilice en las dosis y condiciones establecidas. El fabricante reporta que el producto ha sido evaluado en diferentes especies agrícolas sin evidencia de alteraciones fisiológicas negativas.

4.2.5.4.6. Propiedades físicas y químicas

Syngenta (2023) informa que Karate® se presenta en estado líquido, con una densidad aproximada de 1,028 g/cm³. Se clasifica como un producto moderadamente inflamable, con un punto de inflamación superior a 93 °C; debe almacenarse en ambientes secos, ventilados y con temperaturas controladas, evitando condiciones extremas inferiores a 0 °C o superiores a 35 °C.

4.2.5.4.7. Compatibilidad

Syngenta (2023) sostiene que Karate® es compatible con la mayoría de plaguicidas y fertilizantes foliares de uso común; sin embargo, recomienda realizar pruebas previas de compatibilidad física antes de mezclarlo con surfactantes u otros aditivos, a fin de garantizar la estabilidad de la mezcla.

4.2.5.4.8. Consideraciones técnicas adicionales

Syngenta (2023) clasifica a Karate® como un producto moderadamente peligroso, con advertencias específicas respecto a su toxicidad para peces, abejas y ganado. El período de reingreso a las áreas tratadas es de 24 horas después de la aplicación. El fabricante insiste en la obligatoriedad del uso de equipo de protección personal (guantes, mascarilla, ropa adecuada) durante la preparación y la aplicación. Asimismo, enfatiza la necesidad de realizar el triple lavado de los envases vacíos, inutilizarlos y desecharlos conforme a las normativas locales de residuos peligrosos.

Figura 8.

Presentación de insecticida comercial Karate Zeon.



4.2.5.5. Larvin Plus

4.2.5.5.1. Composición

Bayer (2020) indica que Larvin® Plus es un insecticida formulado como suspensión concentrada (SC), cuya composición incluye dos principios activos: triflumurón, en una concentración de 120 g/L, correspondiente al grupo de las benzoilureas y clasificado como regulador del crecimiento de insectos; y tiodicarb, en una concentración de 360 g/L, integrante del grupo de los carbamatos, reconocido por su acción neurotóxica. Esta combinación

proporciona un doble modo de acción, tanto a nivel fisiológico como en el desarrollo larval, lo que amplía su eficacia.

4.2.5.5.2. Modo de acción

Bayer (2020) explica que Larvin Plus actúa por contacto e ingestión y que su efectividad radica en la acción complementaria de sus dos componentes. El tiodicarb inhibe la enzima acetilcolinesterasa, provocando acumulación de acetilcolina en las sinapsis nerviosas; dicha acumulación deriva en hiperexcitación, parálisis y finalmente muerte del insecto. Por su parte, el triflumurón interfiere en la síntesis de quitina e interrumpe el equilibrio hormonal necesario para la muda, impidiendo la formación de una cutícula funcional. Como consecuencia, las larvas no completan su desarrollo y mueren en el proceso.

4.2.5.5.3. Actividad larvicida

Bayer (2020) sostiene que Larvin Plus exhibe una marcada acción larvicida contra lepidópteros como *Spodoptera frugiperda*. El producto ejerce su efecto en dos fases clave: primero, mediante tiodicarb, provoca la detención de la alimentación y la muerte por colapso neurológico; después, gracias al triflumurón, bloquea el desarrollo de la nueva cutícula, lo que imposibilita la muda. Este doble mecanismo confiere eficacia frente a poblaciones que presentan resistencia incipiente a insecticidas de un solo modo de acción.

4.2.5.5.4. Recomendaciones de uso

Bayer (2020) recomienda el uso de Larvin Plus en maíz, específicamente para el control de *Spodoptera frugiperda*. La dosis sugerida es de 0,5 L/ha, con un período de carencia de 14 días; los límites máximos de residuos (LMR) se establecen en 2,0 ppm para tiodicarb y 0,2 ppm para triflumurón, lo que garantiza un uso seguro bajo Buenas Prácticas Agrícolas. El fabricante enfatiza que la aplicación debe realizarse al alcanzar el umbral económico de daño, asegurando una cobertura uniforme y evitando la mezcla con productos alcalinos.

4.2.5.5.5. Fitotoxicidad

Bayer (2020) afirma que Larvin Plus presenta buena compatibilidad con los cultivos autorizados y/o mencionados en la etiqueta y no es fitotóxico siempre que se respeten las recomendaciones de uso. El fabricante asegura que no se han reportado efectos adversos sobre el desarrollo del maíz en condiciones normales de aplicación.

4.2.5.5.6. Propiedades físicas y químicas

Bayer (2020) describe que Larvin Plus se presenta como un líquido homogéneo que requiere agitación antes de aplicarse. Su formulación en suspensión concentrada garantiza estabilidad en el tanque y facilita una distribución uniforme sobre el follaje. El producto no presenta propiedades inflamables ni corrosivas; sin embargo, se recomienda manipularlo bajo condiciones seguras y con temperaturas moderadas, a fin de preservar su integridad.

4.2.5.5.7. Compatibilidad

Bayer (2020) aclara que Larvin Plus es compatible con la mayoría de insecticidas y fungicidas de uso agrícola, aunque señala que no debe mezclarse con productos de reacción alcalina, ya que estos podrían alterar su estabilidad o eficacia. Por tal motivo, recomienda efectuar una prueba de compatibilidad previa en caso de mezclas con otros insumos.

4.2.5.5.8. Consideraciones técnicas adicionales

Bayer (2020) clasifica a Larvin Plus como un producto moderadamente peligroso; asimismo, advierte que es tóxico para abejas, por lo que debe evitarse su aplicación en horas de polinización o en cercanía de colmenas. Para su manipulación, el fabricante exige el uso de equipo de protección personal (guantes, mascarilla, ropa adecuada). En caso de intoxicación, no se debe inducir el vómito y se debe buscar atención médica inmediata, dado que no existe un antídoto específico.

Figura 9.

Presentación de insecticida comercial Larvin Plus.



4.2.6. Evaluación de la eficacia de insecticidas

4.2.6.1. Definición

Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA, 2014), citado por Parco Quinchori (2019), sostiene que la eficacia corresponde al grado en que se alcanzan los objetivos y metas planteados; en otras palabras, expresa cuánto de lo esperado se cumple en relación con la intervención realizada. En el manejo de plagas, esta definición se aplica a la capacidad que posee un tratamiento (ya sea de carácter químico o biológico) para disminuir las poblaciones de insectos o mitigar el daño que ocasionan; ello, bajo condiciones experimentales o de campo, según el contexto en el que se realice la evaluación.

Andújar et al. (1997) precisan que la eficacia de un producto fitosanitario se entiende como el porcentaje de mortalidad corregida de la plaga tratada respecto de una unidad experimental no tratada; este valor, añaden los autores, se obtiene al comparar las poblaciones iniciales y finales en las parcelas tratadas y en los testigos. Asimismo, indican que las fórmulas más utilizadas para dicho cálculo son las propuestas por Abbott (1925) y Henderson y Tilton

(1955), ya que permiten ajustar los resultados en función de las fluctuaciones naturales que experimentan las poblaciones de plagas entre los distintos momentos de evaluación.

4.2.6.2. Métodos de evaluación de eficacia

Andújar *et al.* (1997) afirman que los métodos más empleados para estimar la eficacia relativa de los productos fitosanitarios corresponden a los modelos de Abbott (1925) y de Henderson & Tilton (1955); ambos, según los autores, corrigen los efectos del tratamiento considerando las variaciones poblacionales que se registran en las unidades testigo, con lo cual evitan sobrestimaciones causadas por factores externos como el clima, la migración natural de insectos o la mortalidad espontánea.

Andújar *et al.* (1997) explican que el método de Abbott resulta adecuado en condiciones de laboratorio o en parcelas experimentales donde las poblaciones iniciales son homogéneas y las condiciones ambientales son similares. La fórmula se expresa de la siguiente manera:

1. Método de Abbott (1925): El modelo de Abbott es adecuado cuando las poblaciones iniciales son homogéneas y las condiciones entre parcelas son similares. Su fórmula es:

$$\% \text{ de Eficacia} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

Donde:

A = Porcentaje de individuos vivos en el testigo

B = Porcentaje de individuos vivos en el tratamiento

Andújar *et al.* (1997) advierten que este modelo, aunque sencillo y práctico, no contempla las variaciones naturales que pueden darse en las poblaciones del testigo; en consecuencia, su aplicación en condiciones no controladas podría conducir a una sobrestimación de la eficacia real del producto.

2. Método de Henderson & Tilton (1955): **Andújar *et al.* (1997)** sostienen, en cambio, que el método de Henderson y Tilton resulta más robusto para ensayos de campo, pues ajusta

los resultados del tratamiento según las variaciones ocurridas en la población testigo antes y después de la aplicación. La expresión matemática de este modelo es la siguiente:

$$\% \text{ de Eficacia} = 100 \left(1 - \frac{Td \times Ca}{Ta \times Cd} \right)$$

Donde:

Td = Número de plagas después del tratamiento

Ta = Número de plagas antes del tratamiento

Ca = Número de plagas en el testigo antes del tratamiento

Cd = Número de plagas en el testigo después del tratamiento

Andújar *et al.* (1997) subrayan que este método, ampliamente utilizado en ensayos de campo, calcula la mortalidad relativa corregida y ofrece resultados más confiables, pues diferencia con claridad los efectos propios del producto de los cambios poblacionales atribuibles a factores externos.

4.2.7. Evaluación de la incidencia del gusano cogollero

4.2.7.1. Definición de incidencia

FAO (2022) define la incidencia de una plaga como la proporción o número de unidades de una muestra, envío, campo o población específica en las que se detecta la presencia del organismo en cuestión; esta definición permite cuantificar con precisión su grado de presencia en sistemas agrícolas sujetos a evaluación, ofreciendo un indicador fundamental para el diagnóstico sanitario de los cultivos.

4.2.7.2. Métodos de evaluación de incidencia

Sistema Integrado de Monitoreo Agrícola [SIMA] (2023) explica que la incidencia en cultivos agrícolas se determina mediante una fórmula sencilla, la cual relaciona el número de unidades afectadas con el total de unidades evaluadas, expresándose en términos porcentuales; esta metodología, de carácter práctico y directo, resulta ampliamente aceptada en

los programas de monitoreo entomológico, ya que facilita una medición clara del alcance de la infestación.

Casmuz et al. (2021) recomiendan que la evaluación de la incidencia de *Spodoptera frugiperda* en maíz se realice mediante inspección visual directa, registrando el número de plantas que muestran daño en el cogollo o señales visibles de ataque larval; posteriormente, los resultados deben expresarse como porcentaje de incidencia en función del total de plantas evaluadas en el lote experimental o en la parcela de campo.

SENASA (2014) precisa que la incidencia de una plaga se calcula como el porcentaje de unidades afectadas respecto al número total de unidades evaluadas; para ello, se emplea la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Incidencia} = \left(\frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \right) \times 100$$

4.2.8. Evaluación de la severidad del daño del gusano cogollero

4.2.8.1. Definición de severidad

Limagrain (2021) sostiene que la severidad del daño ocasionado por *Spodoptera frugiperda* corresponde al grado de afectación visible que presenta cada planta infestada; dicha severidad se estima a partir de una escala ordinal que clasifica el deterioro del cogollo y del área foliar. Esta variable no solo refleja la presencia de la plaga, sino que también permite valorar su impacto fisiológico sobre el desarrollo del cultivo; de este modo, constituye una herramienta esencial para validar estrategias de manejo químico y biológico en condiciones experimentales y comerciales.

Supartha et al. (2021) explican que la severidad del daño, a diferencia de la incidencia, representa la cuantificación del deterioro estructural inducido por la plaga. Los autores enfatizan que, en ensayos experimentales, este parámetro se emplea como criterio técnico de referencia para determinar el umbral económico de intervención y, además, sirve para comparar la eficacia relativa de diferentes tratamientos insecticidas.

4.2.8.2. Métodos de evaluación de severidad

Limagrain (2021) menciona que el procedimiento más utilizado para cuantificar la severidad corresponde a la Escala de Davis, en la cual cada planta evaluada recibe un valor de entre 1 (ausencia de daño o daño mínimo) y 9 (destrucción total del cogollo). Esta escala facilita la categorización objetiva del deterioro foliar y del meristema apical provocado por la alimentación larval.

Davis & Williams (1992) desarrollaron una escala específica para maíz en estado de roseta, también con valores entre 1 y 9; en ella, el valor 1 se asigna a plantas sin daño visible o con lesiones marginales leves, mientras que el valor 9 corresponde a plantas con destrucción total del cogollo y del meristema apical. Esta herramienta ha sido ampliamente adoptada en estudios de campo, debido a su practicidad y a su capacidad para reflejar el progreso del ataque larval a lo largo del ciclo vegetativo.

Townsend & Heuberger (1943) propusieron una fórmula que traduce las observaciones visuales en un índice cuantitativo, lo cual facilita el análisis comparativo y estadístico de los resultados. La expresión se presenta de la siguiente forma:

$$\textit{Severidad} (\%) = \left(\frac{\sum(n \times v)}{N \times Z} \right) \times 100$$

n: número de plantas que presentan un determinado valor de daño,

v: valor asignado según la escala de severidad,

N: número total de plantas evaluadas,

Z: valor máximo de la escala (usualmente 9).

4.3. Marco conceptual

1. **Efecto:** El efecto, en el contexto experimental, se refiere a la manifestación medible de una variable independiente sobre una variable dependiente, expresado a través de un cambio

cuantificable en la condición biológica o productiva del objeto de estudio. Este término implica no solo una relación causal directa, sino también una interacción modulada por factores agronómicos, fisiológicos y ambientales. En esta investigación, el término se asocia a la acción de diversos insecticidas sobre variables relacionadas con la plaga objetivo.

- 2. Plagas agrícolas:** Las plagas agrícolas son organismos fitófagos cuya presencia, en determinados umbrales poblacionales, compromete el potencial productivo de un cultivo, ya sea por daño directo en órganos vegetativos y reproductivos o por su incidencia en etapas fenológicas críticas. Su manejo exige un enfoque integral basado en criterios técnicos, económicos y ecológicos. En el caso del maíz, *Spodoptera frugiperda* representa una de las plagas de mayor impacto económico en el continente americano.
- 3. Control químico:** El control químico constituye una estrategia de intervención fitosanitaria basada en la aplicación de compuestos de síntesis que alteran procesos fisiológicos vitales de los organismos plaga. Si bien su eficiencia inmediata ha sido ampliamente reconocida, su uso indiscriminado puede generar desequilibrios ecológicos, resistencia genética en las poblaciones objetivo y efectos colaterales sobre enemigos naturales. Por ello, su aplicación debe estar guiada por principios de racionalidad técnica, evaluando siempre su eficacia y oportunidad.
- 4. Insecticida:** Se entiende por insecticida a todo principio activo, formulado o mezcla de sustancias diseñado específicamente para provocar la mortalidad, interferencia metabólica o desorientación conductual de insectos perjudiciales para los cultivos. Su clasificación se realiza en función de su modo de acción, persistencia, toxicidad relativa y especificidad biológica. En esta investigación, se evalúan cinco productos comerciales diferenciados en su composición química y espectro de acción contra *Spodoptera frugiperda*.

5. **Eficacia:** La eficacia, en el ámbito fitosanitario, se define como la capacidad de un producto o intervención para alcanzar el objetivo biológico previsto, expresado generalmente como la reducción significativa de la población de la plaga o la mitigación del daño ocasionado. Esta variable se cuantifica mediante fórmulas específicas que corrigen la mortalidad natural, como las propuestas por Abbott y Henderson-Tilton, permitiendo establecer comparaciones válidas entre tratamientos bajo condiciones experimentales controladas.
6. **Incidencia:** La incidencia hace referencia a la proporción de individuos de una población evaluada que presentan signos visibles de infestación o daño provocado por una plaga en particular. En términos prácticos, se expresa como porcentaje de plantas afectadas respecto al total de plantas examinadas. Esta métrica es fundamental en estudios epidemiológicos de campo, ya que permite dimensionar la expansión espacial de la plaga y definir estrategias de control oportuno.
7. **Severidad:** La severidad, en contraposición a la incidencia, alude al grado de afectación que presenta cada unidad biológica comprometida por la plaga. Este concepto se operacionaliza mediante escalas visuales que permiten clasificar el nivel de daño observado, y se sintetiza numéricamente mediante índices ponderados, como el propuesto por Townsend y Heuberger. La severidad ofrece un panorama más profundo del impacto fisiológico del insecto sobre el cultivo y es clave para estimar pérdidas potenciales de rendimiento.
8. **Gusano cogollero:** *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero) es un lepidóptero noctuido de comportamiento polífago y alto potencial destructivo, cuya larva afecta directamente el cogollo de las plantas de maíz, generando perforaciones, destrucción del meristema apical y reducción del área foliar funcional. Su alta movilidad, capacidad reproductiva y resistencia a diversos grupos químicos lo han convertido en una plaga prioritaria en los

programas de manejo integrado de cultivos extensivos. La evaluación de su dinámica poblacional y de la eficacia de diferentes estrategias de control constituye un eje central de la presente investigación.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo, nivel y enfoque de investigación

La presente investigación corresponde al nivel aplicado, debido a que busca generar información técnica orientada a la solución de un problema específico relacionado con el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz amarillo duro bajo condiciones de campo.

Asimismo, corresponde al tipo experimental, ya que se realizó la manipulación de tratamientos insecticidas con la finalidad de evaluar su efecto sobre variables de respuesta, mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

El estudio presenta un enfoque cuantitativo, debido a que las variables evaluadas fueron medidas, analizadas y comparadas mediante procedimientos estadísticos, permitiendo la interpretación objetiva de los resultados obtenidos.

5.2. Ubicación espacial

El experimento se desarrolló en condiciones de campo, en el sector San Pedro, distrito de Santa Ana, provincia de La Convención, región Cusco, zona representativa de la producción de maíz en la selva alta.

5.2.1. Ubicación Política

- Región : Cusco
- Provincia : La Convención
- Distrito : Santa Ana
- Sector : San Pedro

5.2.2. Ubicación geográfica

- Latitud : 12°51'17.17"S
- Longitud : 72°42'52.22"O
- Altitud media : 1067 m.

5.2.3. Ubicación hidrográfica

- Cuenca principal : Vilcanota
- Subcuenca : Sambaray

5.3. Ubicación temporal

El estudio se llevó a cabo en un período de 90 días, comprendido entre los meses de diciembre de 2024 y abril de 2025. Los trabajos preliminares iniciaron el 01 de diciembre de 2024, mientras que la siembra y la instalación del ensayo experimental se realizó el 1 de enero de 2025, marcando el inicio formal del experimento. Finalmente, el estudio concluyó en abril de 2025, con la recopilación final de datos y el análisis de los efectos de los insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*.

5.4. Materiales y metodología

5.4.1. Materiales

5.4.1.1. Materiales de campo

- Libreta de campo, Tablero, Cordel
- Machete, Pico, Kituchi, Azadón
- Estacas de madera, Letreros de señalización
- Cámara fotográfica, Mochila de 15 litros

5.4.1.2. Insumos

- Insecticida LARVIN PLUS
- Insecticida CIPERKLIN 25
- Insecticida KARATE®
- Insecticida CONTRINO
- Insecticida CAMPAL®

5.4.1.3. Materiales de gabinete

- Computadora portátil, Impresora

— Plumones, Lapiceros, Papel bond

— Etiquetas, Fichas de evaluación

5.4.1.4. Material genético

El material genético utilizado en el estudio correspondió a la variedad Marginal 28 T de maíz amarillo duro, una semilla certificada adquirida de la empresa Hortus SA, reconocida por su prestigio en la producción y comercialización de semillas de alta calidad.

5.4.2. Metodología

5.4.2.1. Diseño experimental

El presente estudio se estructuró bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con el propósito de evaluar el efecto de cinco insecticidas: LARVIN PLUS, CYPERKLIN 25, KARATE®, CONTRINO y CAMPAL® PLUS, junto con un tratamiento testigo sin aplicación. Cada tratamiento se replicó en cuatro parcelas, resultando en un total de 24 unidades experimentales, lo que garantizó un análisis preciso del efecto de los insecticidas en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). La distribución aleatoria de los tratamientos permitió minimizar la influencia de factores externos y asegurar condiciones homogéneas en la evaluación de las variables en estudio.

Para el análisis de los datos, se empleó un análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95%, para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Asimismo, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para identificar qué insecticidas presentaron mayor efecto en la reducción de la población de *Spodoptera frugiperda*, la incidencia de la plaga y la severidad del daño foliar. Este enfoque estadístico garantizó la solidez de los resultados y la validez científica de las conclusiones obtenidas.

Tabla 4.

Tratamientos en estudio.

Nº	Clave	Tratamientos	Material genético
1	T1	LARVIN PLUS	Variedad Marginal 28 T
2	T2	CIPERKLIN 25	Variedad Marginal 28 T

3	T3	KARATE®	Variedad Marginal 28 T
4	T4	CONTRINO	Variedad Marginal 28 T
5	T5	CAMPAL®	Variedad Marginal 28 T
6	T6	Testigo	Variedad Marginal 28 T

5.4.2.2. Características del campo experimental

— Dimensiones del campo experimental

- ✓ Largo total : 26.20 m
- ✓ Ancho total : 17.80 m
- ✓ Área total : 462.80 m²

— Dimensiones del bloque

- ✓ Número de bloques : 04
- ✓ Largo : 24.20 m
- ✓ Ancho : 3.20 m
- ✓ Área del bloque : 77.44 m²
- ✓ Ancho de calle : 1.00 m

— Número y dimensiones de parcelas

- ✓ Número de parcelas por bloque : 4
- ✓ Número de parcelas por experimento : 24
- ✓ Ancho de parcela : 3.20 m
- ✓ Largo de parcela : 3.20 m
- ✓ Área total de parcela : 10.24 m²

— Número y dimensiones de surcos

- ✓ Número de surcos por parcela : 5
- ✓ Distancia entre surcos : 0,80 m
- ✓ Longitud de surco : 3.20 m

— Número de plantas

- ✓ Número de plantas/ surco : 9

- ✓ Número de plantas/parcela : 45
- ✓ Número de plantas/experimento : 1080

5.4.2.3. Croquis del campo experimental

La distribución del campo experimental se detalla en las figuras siguientes, las cuales representan la organización y las características del campo experimental según la figura 9 y 10:

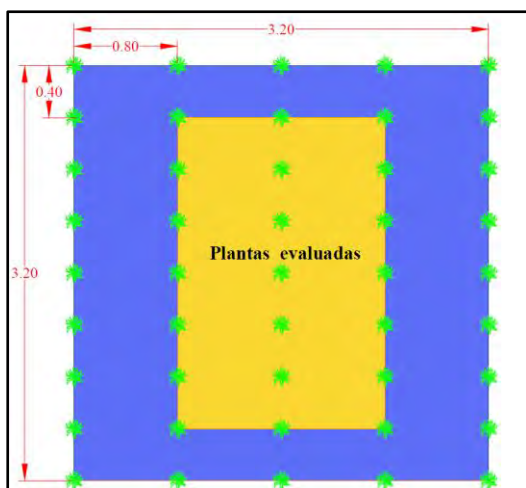
Figura 10.

Distribución de tratamientos en el campo experimental bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).



Figura 11.

Detalle de la unidad experimental y distribución de plantas evaluadas.



5.4.2.4. Conducción del experimento

La conducción del experimento se estructuró en distintas fases, garantizando un manejo agronómico adecuado del cultivo y asegurando la validez de los resultados obtenidos. Cada etapa se llevó a cabo bajo un enfoque técnico riguroso, desde la preparación del campo hasta la recopilación y análisis de los datos, siguiendo criterios metodológicos precisos.

5.4.2.4.1. Selección y preparación de la parcela experimental

El área experimental fue seleccionada en función de sus condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28 T, asegurando la homogeneidad del suelo y su representatividad agroclimática. La selección del terreno y la limpieza inicial se llevaron a cabo el 01 de diciembre de 2024, eliminando residuos vegetales y malezas que pudieran afectar la uniformidad del ensayo.

Posteriormente, entre el 15 y el 20 de diciembre de 2024, se efectuaron las labores de arado y surcado con una distancia de 0,80 m entre surcos, lo que permitió una adecuada distribución del cultivo y facilitó las labores posteriores. La estructura del suelo fue acondicionada para optimizar la infiltración del agua y mejorar la aireación radicular, garantizando condiciones idóneas para la germinación de las semillas y el desarrollo inicial de las plantas.

5.4.2.4.2. Diseño experimental y disposición de tratamientos

El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente aleatorio con seis tratamientos, incluidos cinco insecticidas y un testigo sin aplicación, con cuatro repeticiones por tratamiento. La distribución de las unidades experimentales se realizó de manera aleatoria, minimizando la variabilidad ambiental y asegurando una evaluación precisa de los efectos de los tratamientos. Se delimitaron las parcelas con precisión, estableciendo bordes de protección para evitar la contaminación cruzada entre tratamientos.

5.4.2.4.3. Siembra y manejo agronómico del cultivo

La siembra se efectuó el 01 de enero de 2025, utilizando semilla certificada de la empresa Hortus SA, lo que garantizó homogeneidad en la emergencia y vigor en el establecimiento del cultivo. Se utilizó un distanciamiento de 0,80 m entre surcos y 0,40 m entre plantas, lo cual permitió una distribución óptima de los recursos y redujo la competencia entre individuos. Para garantizar una germinación uniforme, en cada hoyo se colocaron de tres a cuatro semillas, asegurando que al menos una plántula emergiera con vigor adecuado.

El 08 de enero de 2025, siete días después de la germinación, se llevó a cabo el deshije, eliminando las plántulas en exceso y dejando solamente la planta más vigorosa en cada punto de siembra; esta práctica permitió una mejor distribución de nutrientes y favoreció el desarrollo equilibrado del cultivo.

El riego se realizó con un sistema de aspersión, ajustando la frecuencia de acuerdo con la disponibilidad de lluvias. Durante periodos secos, se aplicó de manera regular para mantener la humedad óptima del suelo; en días de precipitación, se suspendió el riego para evitar excesos de humedad y prevenir problemas de lixiviación de nutrientes o anoxia radicular.

En lo referente a nutrición, se aplicó una fertilización básica, garantizando el suministro de los elementos esenciales para el desarrollo del maíz. La fertilización inicial incluyó

nitrógeno, fósforo y potasio, ajustando las dosis en función de los requerimientos del cultivo y las características del suelo.

5.4.2.4.4. Constatación de infestación de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2017) sostiene que, en ensayos de eficacia de insecticidas, la validez metodológica se alcanza únicamente cuando todas las unidades experimentales son sometidas a una presión de plaga suficiente y comparable; en concordancia con esta recomendación, se implementaron procedimientos orientados a garantizar la infestación homogénea de *Spodoptera frugiperda* en el campo experimental antes de la aplicación de los tratamientos.

En primer lugar, siguiendo lo descrito por Hruska (2019), la selección del predio se efectuó el 01 de diciembre de 2024, privilegiando un lote con historial documentado de ataques severos de gusano cogollero en campañas previas de maíz; esta decisión metodológica permitió aprovechar el inóculo residual presente en el suelo (pupas o larvas rezagadas) y la población circundante de adultos, los cuales encuentran en este tipo de escenarios condiciones favorables para su persistencia y reinfestación.

En segundo término, se consideró la ecología del paisaje; la parcela estuvo rodeada de áreas con monocultivo de maíz y otras gramíneas hospedantes, situación que, de acuerdo con Molina *et al.* (2003), incrementa el flujo migratorio de adultos hacia el ensayo y favorece la oviposición masiva en las plantas jóvenes, generando un gradiente uniforme de infestación.

Adicionalmente, durante la segunda quincena de diciembre de 2024, se instalaron trampas de feromonas sexuales (Z-9-tetradecenil acetato), distribuidas en el perímetro y el centro de la parcela; estas, como refieren Molina *et al.* (2003), resultan herramientas eficaces para confirmar la presencia de adultos machos, monitorear su densidad poblacional y predecir

el momento de máxima actividad reproductiva, lo que permitió sincronizar la aparición de larvas neonatas con el inicio de las evaluaciones.

5.4.2.4.5. Aplicación de los tratamientos

Esta etapa comprendió el proceso de identificación de la especie plaga y la posterior aplicación de los tratamientos insecticidas bajo condiciones controladas. Se verificó previamente la presencia exclusiva de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) mediante diagnóstico especializado, garantizando la validez biológica del ensayo. La aplicación se realizó conforme al Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), siguiendo criterios técnicos de calibración, uniformidad y control experimental, a fin de asegurar la comparabilidad de resultados y la rigurosidad metodológica del estudio.

5.4.2.4.5.1. Especie de cogollero registrado

Previo a la aplicación de los tratamientos insecticidas, se verificó taxonómicamente que la especie al cual corresponde es *Spodoptera frugiperda*, evitando la confusión con otras especies lepidópteras de sintomatología similar. Este procedimiento se realizó con la colaboración de la Ing. Karina Letona Rojas, Analista Intermedio en Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), especialista en diagnóstico entomológico de plagas agrícolas.

La identificación se efectuó mediante observación directa en campo y verificación bajo lupa estereoscópica portátil, considerando los caracteres morfológicos diagnósticos establecidos por Jiménez y Rodríguez (2014) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2017): cabeza con una marca en forma de “Y” invertida, cuatro puntos negros dispuestos en cuadro sobre el penúltimo segmento abdominal (A8), coloración verde parduzca con línea dorsal clara, y hábito de refugiarse en el cogollo durante el día. Asimismo, se corroboró el patrón característico de daño: perforaciones irregulares en hojas jóvenes y presencia de excretas en el cogollo. La evaluación determinó que la especie

presente en la totalidad de las unidades experimentales correspondió inequívocamente a *Spodoptera frugiperda*, validando así la pertinencia biológica de los tratamientos evaluados.

5.4.2.4.5.2. Procedimiento de aplicación de los tratamientos

Los tratamientos insecticidas fueron aplicados inmediatamente después de determinar el umbral económico de intervención, definido como la presencia de más del 20 % de plantas con daño activo en el cogollo (niveles ≥ 3 en la escala de Davis y Williams, 1992).

Cada tratamiento se aplicó en parcelas de 3,20 m \times 3,20 m (10,24 m²), conformadas por cinco surcos y 45 plantas por unidad experimental. La cantidad de producto por parcela se ajustó a la dosis recomendada en la ficha técnica de cada insecticida, estandarizándola a un volumen equivalente a 200 L de agua por hectárea, lo que correspondió a 2,05 L de mezcla por parcela. La fórmula utilizada para el cálculo de volumen de mezcla por parcela:

$$V_{UE} = \frac{V_{ha}}{S_{ha}} \times S_{UE}$$

V_{UE} : volumen de mezcla por unidad experimental (L),

V_{ha} : volumen de aplicación por hectárea (200 L/ha),

S_{ha} : superficie de una hectárea (10,000 m²),

S_{UE} : superficie de la unidad experimental (10,24 m²).

Calculo aplicado:

$$V_{UE} = \frac{200}{10000} \times 10.24 = 2,05 L$$

Para la preparación se utilizó una mochila pulverizadora manual de 15 L, previamente calibrada para un gasto de 0,5 L/minuto, garantizando uniformidad en la cobertura foliar.

La aplicación se efectuó el 05 de febrero de 2025 (35 días después de la siembra, DDS), cuando el cultivo se encontraba en estado vegetativo intermedio (V5) y la plaga en estadios larvales L2–L3, los más susceptibles al control químico por contacto e ingestión. La operación

se llevó a cabo en horario matutino, entre las 08:00 y 10:00 horas, bajo condiciones de humedad relativa elevada y baja radiación solar, lo cual favoreció la adhesión de la mezcla y redujo la deriva.

Para prevenir sesgos experimentales se adoptaron medidas rigurosas: (i) efecto borde, dejando hileras externas sin considerar en las evaluaciones, limitando el análisis a las plantas centrales; (ii) control de traslape, aplicando con desplazamiento lateral en zigzag, finalizando siempre dentro de cada parcela; (iii) dirección del viento, realizando las aplicaciones en sentido contrario a la corriente predominante; y (iv) lavado de la mochila, enjuagando cuidadosamente después de aplicar cada producto antes de pasar al siguiente tratamiento, evitando contaminación cruzada. Cabe señalar que las unidades experimentales estuvieron separadas por calles por 1.00 metros garantizando sesgos o contaminaciones de otros tratamientos.

Aunque algunos productos contemplan más de una aplicación en sus fichas técnicas como Karate® Zeon, con hasta dos aplicaciones por campaña, o Contrino, con hasta dos consecutivas, en el presente estudio se estandarizó una sola aplicación por los siguientes motivos:

- Homogeneidad experimental: la uniformidad en el número de aplicaciones garantiza comparabilidad entre tratamientos.
- Evaluación de eficacia base: el objetivo fue medir la eficacia inicial de cada insecticida sin interferencia de aplicaciones posteriores.
- Alineación con recomendaciones condicionales: en productos como Larvin® Plus y Campal® Plus 100 EC, el fabricante sugiere aplicar según evaluación del nivel de daño. Una sola aplicación constituye el primer paso metodológico.
- Respaldo en el monitoreo: todos los tratamientos fueron aplicados en condiciones homogéneas de infestación, controlando así que cualquier diferencia observada se atribuya directamente a la eficacia de los insecticidas.

El análisis de las fichas técnicas reveló que solo Karate® con Tecnología Zeon menciona “acción residual”, aunque sin especificar duración. Los demás productos (Campal® Plus 100 EC, Ciperklin 25, Contrino, Larvin® Plus) no incluyen datos sobre residualidad. Ante ello, la investigación se centró en el efecto inicial y la persistencia observable durante los 14 días posteriores a la aplicación, mediante evaluaciones a los 3, 6, 9 y 14 DDA.

Tabla 5.

Tratamientos y dosis aplicadas en el control de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro (Zea mays L.) variedad Marginal 28 T.

Tratamiento	Insecticida	Principio activo	Dosis aplicada (ha ⁻¹)	Dosis por unidad experimental (10,24 m ²)
T1	Campal® Plus 100 EC	Alfa-cipermetrina (100 g/L)	0,125 L/ha	1,28 ml / 2,05 L de agua
T2	Ciperklin 25	Cipermetrina (250 g/L)	200 ml/200 L	2,05 ml / 2,05 L de agua
T3	Contrino	Benzoato de emamectina (50 g/kg)	0,15 kg/ha	1,54 g / 2,05 L de agua
T4	Karate® Zeon	Lambda-cyhalothrin (50 g/L)	125 ml/200 L	1,28 ml / 2,05 L de agua
T5	Larvin Plus	Triflumurón (120 g/L) + Tiodicarb (360 g/L)	0,5 L/ha	5,12 ml / 2,05 L de agua
T6	Testigo	-	-	0 ml / 2,05 L de agua (solo agua)

5.4.2.4.6. Evaluaciones posteriores a la aplicación

Para evaluar la eficacia de los insecticidas, se realizaron cuatro mediciones en intervalos específicos posteriores a la aplicación efectuada el 05 de febrero de 2025. La primera evaluación se llevó a cabo el 08 de febrero de 2025 (3 DDA), registrando la mortalidad larval y cuantificando la reducción inicial de la población de *Spodoptera frugiperda*. La segunda evaluación se efectuó el 11 de febrero de 2025 (6 DDA), determinando la reducción progresiva de la plaga y la severidad del daño foliar. La tercera evaluación se realizó el 14 de febrero de 2025 (9 DDA), lo que permitió analizar la persistencia intermedia del efecto de los tratamientos. Finalmente, la cuarta evaluación tuvo lugar el 19 de febrero de 2025 (14 DDA), con el propósito de establecer la persistencia prolongada de los insecticidas y realizar comparaciones definitivas entre los tratamientos evaluados.

5.4.2.4.7. Recopilación y análisis de datos

Concluidas las evaluaciones, los datos obtenidos fueron sistematizados y organizados en matrices para su posterior análisis estadístico. Se procesaron las variables relacionadas con la reducción de la población larvaria, la incidencia de la plaga y la severidad del daño, aplicando pruebas estadísticas que permitieron determinar diferencias significativas entre los

tratamientos. El enfoque metodológico adoptado en este estudio garantizó la validez y confiabilidad de los resultados, proporcionando información clave para el manejo eficiente del gusano cogollero en el cultivo de maíz amarillo duro en la región.

5.4.2.5. Métodos de evaluación

Las evaluaciones del experimento se estructuraron con el propósito de cuantificar, con precisión y solidez metodológica, la respuesta de *Spodoptera frugiperda* frente a los tratamientos insecticidas. Se consideraron tres variables fundamentales: eficacia larvicida, incidencia de infestación y severidad del daño foliar, cada una evaluada en 20 plantas seleccionadas al azar por parcela, siguiendo un recorrido en zigzag en forma de “W”. Las observaciones se efectuaron en cuatro fechas posteriores a la aplicación realizada el 05 de febrero de 2025: 08, 11, 14 y 19 de febrero de 2025 (3, 6, 9 y 14 días después de la aplicación, DDA).

5.4.2.5.1. Eficacia

La eficacia larvicida se definió como la capacidad de cada tratamiento para reducir la población de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* respecto al testigo. Cada parcela tuvo 10,24 m² con 45 plantas, de las cuales se evaluaron 20 seleccionadas al azar descontando el efecto de borde. Se estableció una línea de base (día 0 = 05/02/2025) y cuatro evaluaciones posteriores: 08, 11, 14 y 19 de febrero (3, 6, 9 y 14 DDA).

El procedimiento inicio con la inspección visual directa, apoyada con pinza fina y linterna, registrando larvas vivas en cogollo y brotes tiernos. Los datos se anotaron en fichas codificadas por parcela y se respaldaron con fotografías. Las lecturas se realizaron siempre en horas de la mañana, entre 07:30–10:30 horas, evitando lluvia o follaje húmedo, y a cargo de un único evaluador para reducir variabilidad.

La eficacia se estimó con la fórmula de **Henderson y Tilton (1955)**:

$$Eficacia (\%) = 100 \times \left(1 - \frac{N_f \times N_{iT}}{N_i \times N_{fT}} \right)$$

N_i = Número de larvas antes de la aplicación en el tratamiento.

N_f = Número de larvas después de la aplicación en el tratamiento.

N_{iT} = Número de larvas antes de la aplicación en el testigo.

N_{fT} = Número de larvas después de la aplicación en el testigo.

Ejemplo aplicado

En el tratamiento T5 (Larvin Plus), se registraron 15 larvas antes de la aplicación y 2 larvas vivas a los 3 DDA. En el testigo (T6), se contabilizaron 17 larvas al inicio y 18 larvas a los 3 DDA. Sustituyendo en la fórmula:

$$Eficacia (\%) = 100 \times \left(1 - \frac{N_f \times N_{iT}}{N_i \times N_{fT}} \right)$$

$$Eficacia (\%) = 100 \times \left(1 - \frac{2 \times 17}{15 \times 18} \right)$$

$$Eficacia (\%) = 100 \times \left(1 - \frac{34}{270} \right)$$

$$Eficacia (\%) = 100 \times (1 - 0.1259)$$

$$Eficacia (\%) = 100 \times 0.8741$$

$$Eficacia (\%) = 87.41$$

Por lo tanto, la eficacia larvicida corregida del tratamiento Larvin Plus (T5) a los 3 DDA fue de 87,4 % respecto al testigo.

En términos simples: los valores de eficacia (%) informados en las tablas de resultados provienen directamente de los datos de campo (Anexo 1, Cuadro 1), calculados mediante la fórmula de Henderson y Tilton (1955) y consolidados en los Cuadros 2–5 del Anexo 1.

5.4.2.5.2. Incidencia

La incidencia se definió como el porcentaje de plantas infestadas por larvas activas de *Spodoptera frugiperda* respecto al total de plantas evaluadas en cada unidad experimental. Su finalidad fue determinar la proporción de individuos del cultivo afectados por la plaga, complementando la variable de eficacia larvicida y proporcionando un indicador de la presión

de infestación a nivel poblacional. Cada parcela experimental correspondió a 10,24 m² (45 plantas), de las cuales se seleccionaron 20 plantas al azar para la evaluación, excluyendo el efecto de borde. Con seis tratamientos y cuatro repeticiones, se inspeccionaron en total 480 plantas por fecha de evaluación.

Se estableció una línea de base (día 0 = 05/02/2025), antes de la aplicación, y cuatro evaluaciones posteriores: 08, 11, 14 y 19 de febrero de 2025, correspondientes a 3, 6, 9 y 14 días después de la aplicación (DDA). Las observaciones se realizaron mediante inspección visual directa con apoyo de linterna frontal y pinza entomológica, registrando la presencia de larvas vivas en cogollo o brotes tiernos. El registro se efectuó en fichas de campo codificadas por parcela y tratamiento, complementado con respaldo fotográfico. Las lecturas se realizaron en horas de la mañana, entre 07:30 y 10:30 h, en condiciones de follaje seco y sin lluvias recientes, a cargo de un único evaluador.

Se consideró planta infestada aquella en la que se observó al menos una larva viva de *Spodoptera frugiperda* en el cogollo o en hojas jóvenes. El cálculo de la incidencia se efectuó con la fórmula:

$$\text{Incidencia (\%)} = \left(\frac{N_p}{N_T} \right) \times 100$$

N_p = Número de plantas infestadas con larvas activas.

N_T = Número total de plantas evaluadas.

Esta variable complementa la eficacia, ya que permite identificar si los insecticidas lograron reducir la frecuencia de infestación en el tiempo, más allá del número total de larvas por parcela. Los valores obtenidos fueron expresados en porcentaje de incidencia (%), permitiendo evaluar la capacidad de los insecticidas para reducir la presencia de larvas en el cultivo.

Ejemplo aplicado.

En el tratamiento T2 (Ciperklin 25), a los 3 DDA se evaluaron 20 plantas en una parcela. Se encontraron 11 plantas infestadas con al menos una larva viva, mientras que 9 plantas no presentaron infestación. Sustituyendo en la fórmula:

$$\mathbf{Incidencia\ (\%) = \left(\frac{N_p}{N_T}\right) \times 100}$$

$$Incidencia\ (\%) = \left(\frac{11}{20}\right) \times 100$$

$$Incidencia\ (\%) = 55.00\%$$

En consecuencia, la incidencia del tratamiento Ciperklin 25 (T2) a los 3 DDA fue de 55 %, lo que indica que el insecticida no disrumpió la proporción de plantas infestadas respecto al testigo.

En otras palabras: los porcentajes de incidencia (%) que aparecen en las tablas de resultados proceden de los conteos planta a planta consignados en el Anexo 2 (Cuadros 6, 8, 10, 12 y 14), procesados con la fórmula anterior y consolidados estadísticamente en los Cuadros 7, 9, 11, 13 y 15 del mismo anexo.

5.4.2.5.3. Severidad

La severidad se definió como el grado de afectación visible ocasionado por *Spodoptera frugiperda* en cogollo y área foliar de cada planta, expresado en una escala ordinal. A diferencia de la incidencia, que mide la frecuencia de infestación, la severidad permite estimar la magnitud del daño acumulado y valorar el impacto fisiológico de la plaga sobre el cultivo de maíz. Cada unidad experimental correspondió a 10,24 m² (45 plantas). Se evaluaron 20 plantas al azar por parcela, descontando bordes, manteniendo la misma identidad de plantas en todas las fechas para seguimiento longitudinal. En total, se registraron 480 plantas por fecha.

La severidad se evaluó en cinco momentos: línea de base (día 0 = 05/02/2025) y cuatro posteriores: 08, 11, 14 y 19 de febrero de 2025, correspondientes a 3, 6, 9 y 14 DDA.

La evaluación se realizó mediante inspección visual directa, apoyada con fichas impresas de la escala de Davis y Williams (1992). Cada planta recibió un valor entre 0 y 9, de acuerdo con la intensidad del daño en cogollo y hojas jóvenes. Las lecturas fueron realizadas en horas de la mañana, entre 07:30 y 10:30 h, con respaldo fotográfico y registro en fichas codificadas.

Se aplicó la escala de Davis & Williams (1992), adaptada a las condiciones locales:

Tabla 6.










Escala de severidad del daño foliar en plantas de maíz (Zea mays L.) causado por Spodoptera frugiperda, adaptada de Davis y Williams (1992).

Escala	Descripción del daño
0	Sin daño visible
1	Pequeñas perforaciones en el cogollo
2	Orificios dispersos en el follaje
3	Lesiones elípticas menores a 1.3 cm
4	Daño intermedio, lesiones de hasta 2.5 cm
5	Varias hojas con perforaciones y daños alargados
6	Pérdida de tejido significativa
7	Más del 50% de la planta con daño severo
8	Pérdida extensiva de área foliar
9	Destrucción completa del cogollo y hojas

Para la evaluación de la severidad, se aplicó una versión simplificada de la escala de **Davis y Williams (1992)**, adaptada a las condiciones específicas del estudio.

Figura 12.

*Escala visual de severidad del daño foliar en maíz causado por *Spodoptera frugiperda*, basada en niveles progresivos de afectación del cogollo y área foliar (escala 1–9).*

	<p>1 Hoja de maíz con daños iniciales en el limbo foliar. Se observan pequeñas perforaciones y raspaduras superficiales en la hoja, compatibles con daño incipiente causado por insectos masticadores en estadios tempranos del cultivo.</p>
	<p>2 Daño foliar leve en hoja completamente expandida. La hoja presenta perforaciones dispersas de pequeño tamaño, indicativas de ataque inicial de larvas, sin afectar severamente la estructura del limbo.</p>
	<p>3 Medición del daño foliar en planta de maíz. Se realiza la medición del daño a lo largo de la hoja utilizando una regla graduada.</p>
	<p>4 Medición del daño de la hoja de maíz. Se observa la determinación del daño del limbo foliar mediante instrumento de medición.</p>
	<p>5 Planta de maíz en fase vegetativa intermedia. Se aprecia el porte de la planta con hojas erectas y presencia evidente de daños severos.</p>
	<p>6 Daño foliar moderado en hojas jóvenes. Las hojas presentan perforaciones irregulares de mayor tamaño, lo que sugiere un incremento en la actividad de insectos masticadores.</p>
	<p>7 Daño foliar generalizado en planta de maíz. Se observa afectación en varias hojas de la planta, con perforaciones múltiples, lo que evidencia un nivel de daño acumulado.</p>
	<p>8 Daño severo en el cogollo del maíz. El cogollo presenta hojas perforadas y desestructuradas, característico del ataque de larvas en estadios avanzados, afectando directamente el punto de crecimiento.</p>
	<p>9 Daño crítico en el cogollo con presencia de excretas. Se observa destrucción del tejido foliar en el cogollo y presencia de material oscuro, indicativo de ataque severo del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).</p>

Nota: Las imágenes ilustran los niveles progresivos de daño observados en campo, evaluación visual del cultivo de maíz en fase vegetativa, donde se identifican diferentes grados de daño foliar utilizados para la evaluación de la severidad conforme a la metodología de Davis y Williams (1992), adaptada por Limagrain (2021).

El índice de severidad se calculó con la fórmula de Townsend & Heuberger (1943):

$$Severidad (\%) = \left(\frac{\sum(n \times v)}{CM \times N} \right) \times 100$$

Donde:

n = Número de plantas en cada categoría de la escala.

v = Valor numérico de cada categoría.

CM = Categoría máxima en la escala (9).

N = Número total de plantas evaluadas.

Ejemplo aplicado con insecticida campal (T1)

Escala (v) Número de plantas (n) (n × v)

0	9	0
1	3	3
2	3	6
3	4	12
4	0	0
5	1	5
6-9	0	0
Total	20	26

$$Severidad (\%) = \left(\frac{\sum(n \times v)}{CM \times N} \right) \times 100$$

— $\sum(n \times v) = 26$

— $N = 20$ Plantas

— $CM = 9$ (valor máximo de la escala)

Cálculo paso a paso:

$$Severidad (\%) = \left(\frac{\sum(n \times v)}{CM \times N} \right) \times 100$$

$$Severidad (\%) = \left(\frac{26}{20 \times 9} \right) \times 100$$

$$Severidad (\%) = \left(\frac{26}{180} \right) \times 100$$

$$Severidad (\%) = 14.44\%$$

En síntesis: los porcentajes de severidad del daño foliar publicados en Resultados se derivan de las calificaciones planta a planta registradas en campo (Anexo 3, Cuadros 16, 18, 20, 22 y 24), transformadas mediante el índice de Townsend y Heuberger (1943) y consolidadas estadísticamente en los Cuadros 17, 19, 21, 23 y 25 del mismo anexo.

5.4.2.6. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó para sustentar cuantitativamente los efectos de los tratamientos insecticidas sobre la eficacia larvicida, la incidencia y la severidad del daño en maíz amarillo duro (*Zea mays* L.). El experimento se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cinco insecticidas y un testigo, cada uno con cuatro repeticiones. Los datos fueron procesados en IBM SPSS Statistics v.27.0.1, aplicando Análisis de Varianza (ANVA) con nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0,05$). Previamente se verificaron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene). Cuando se detectaron diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$), para la comparación de medias y la conformación de grupos estadísticos. Los resultados se presentaron en tablas de ANVA y cuadros comparativos, interpretados desde el punto de vista agronómico, asegurando la validez científica y la pertinencia práctica de las conclusiones en la siguiente tabla se muestra una estructura de un ANVA.

Tabla 7.

Estructura del análisis de varianza (ANVA) para un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

Fuente de variación	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	Valor F calculado (FC)
Tratamientos (T)	$t - 1$	$SC_{(T)}$	$SC_{(T)}/GL_{(T)}$	$CM_{(T)}/CM_{(Error)}$
Bloques (B)	$b - 1$	$SC_{(B)}$	$SC_{(B)}/GL_{(B)}$	$CM_{(B)}/CM_{(Error)}$
Error	$(t - 1)(b - 1)$	$SC_{(Error)}$	$SC_{(Error)}/GL_{(Error)}$	—
Total	$tb - 1$	$SC_{(Total)}$	—	—

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. RESULTADOS

6.1.1. Eficacia

6.1.1.1. Tres días después de la aplicación

Tabla 8.

Eficacia (%) de control de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	49.63	46.03	34.39	40.00	170.05	42.51
CIPERKLIN 25	29.17	44.90	37.50	25.26	136.82	34.21
CONTRINO	100.00	82.86	88.24	92.94	364.03	91.01
KARATE®	89.51	88.57	100.00	67.42	345.50	86.37
LARVIN PLUS	87.41	82.86	72.22	85.88	328.37	82.09
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	355.71	345.22	332.34	311.50	1344.77	56.03

Nota. Valores calculados según la fórmula de Henderson y Tilton (1955).

Los valores de eficacia (%) fueron obtenidos a partir de los datos originales de campo (Cuadro 1, Anexo 1), correspondientes al número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* evaluadas en veinte plantas por parcela antes y después de la aplicación. Los porcentajes se calcularon aplicando la fórmula de Henderson y Tilton (1955), promediando los resultados de cuatro bloques por tratamiento.

Tabla 9.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la eficacia de control de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación de los tratamientos.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor	
					0.05	
Bloques	3	0.0429	0.0143	0.7000	0.5690	NS
Tratamientos	5	4.9895	0.9979	48.5400	<0.001	*
Error	15	0.3084	0.0206			
Total	23	5.3408		CV=	17.10%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 9) confirman que existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$) en cuanto a su eficacia contra

Spodoptera frugiperda, lo cual valida la influencia del tipo de insecticida en la respuesta observada. Por el contrario, la ausencia de diferencias entre bloques ($p = 0.569$) indica que las condiciones experimentales se mantuvieron uniformes durante la evaluación. El coeficiente de variación (17.10 %) se encuentra dentro de un rango aceptable para este tipo de ensayos, lo que respalda la precisión del diseño experimental y la confiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 10.

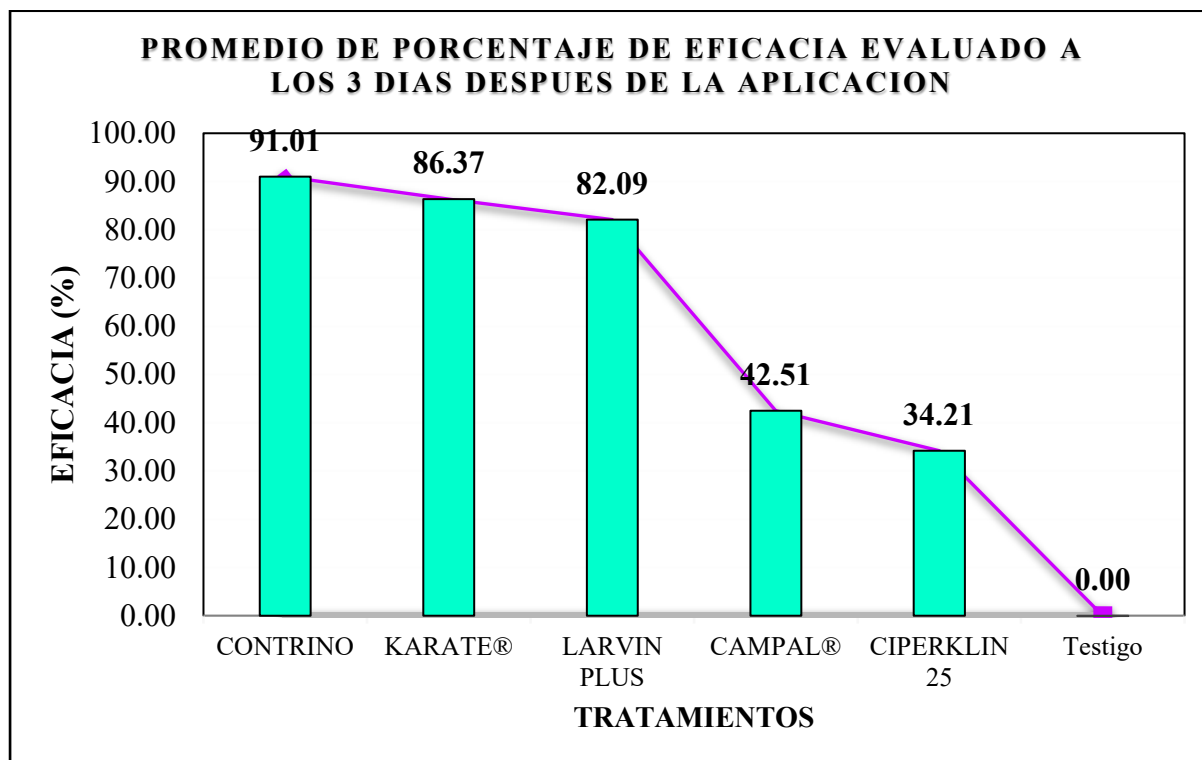
*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la eficacia (%) de control de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación
I	CONTRINO	91.01	a
II	KARATE®	86.37	a
III	LARVIN PLUS	82.09	a
IV	CAMPAL®	42.51	b
V	CIPERKLIN 25	34.21	b
VI	Testigo	0.00	c

La Tabla 10 muestra la prueba de Tukey para la eficacia de los insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, tres días después de la aplicación. Los tratamientos CONTRINO (91.01 %), KARATE® (86.37 %) y LARVIN PLUS (82.09 %) conformaron el grupo estadístico superior (a), sin diferencias significativas entre ellos, lo que evidencia su alta efectividad en la reducción temprana de la plaga. En contraste, CAMPAL® (42.51 %) y CIPERKLIN 25 (34.21 %) integraron un segundo grupo (b), con eficacias significativamente más bajas. El testigo (0.00 %), al no recibir ningún tratamiento, se ubicó en el grupo c, confirmando la presencia activa de la plaga y la marcada diferencia entre los tratamientos químicos y la ausencia de control.

Figura 13.

Representación gráfica de la eficacia (%) de los tratamientos insecticidas contra *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación.



La Figura 13 representa gráficamente la eficacia de los tratamientos insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, según la prueba de Tukey realizada a los tres días después de la aplicación. Se observa una clara separación entre los grupos estadísticos: CONTRINO, KARATE® y LARVIN PLUS muestran los valores más altos de eficacia, reflejando su efectividad inmediata frente a la plaga. En contraste, CAMPAL® y CIPERKLIN 25 presentan eficacias significativamente más bajas, mientras que el testigo permanece sin efecto, reforzando la consistencia de los resultados obtenidos en campo y el poder discriminativo del análisis estadístico.

6.1.1.2. Seis días después de la aplicación

Tabla 11.

Eficacia (%) de control de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	43.33	46.03	48.06	46.32	183.74	45.93
CIPERKLIN 25	36.25	32.65	50.52	33.13	152.55	38.14
CONTRINO	100.00	88.57	90.69	93.68	372.94	93.24
KARATE®	90.56	88.57	100.00	92.71	371.84	92.96
LARVIN PLUS	88.67	94.29	86.81	100.00	369.76	92.44
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	358.81	350.11	376.07	365.84	1450.83	60.45

Nota. Valores calculados según la fórmula de Henderson y Tilton (1955).

Los valores se derivan de los registros originales presentados en el Cuadro 1 del Anexo 1, procesados con la fórmula de Henderson y Tilton (1955). Cada valor representa el promedio de cuatro repeticiones (bloques) para cada tratamiento.

Tabla 12.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la eficacia de control de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de los tratamientos.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor 0.05	
Bloques	3	0.0209	0.0070	0.4400	0.7260	NS
Tratamientos	5	5.8581	1.1716	74.5400	<0.001	*
Error	15	0.2358	0.0157			
Total	23	6.1147		CV=	13.87%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza presentado en la Tabla 12 muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$) en la eficacia de los insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, seis días después de la aplicación. En cambio, no se observaron diferencias significativas entre bloques ($p = 0.726$), lo que confirma la homogeneidad de las condiciones experimentales. El coeficiente de variación (CV) fue de 13.87 %, lo que indica

una variabilidad moderada y aceptable en el contexto de ensayos de campo, reforzando la confiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 13.

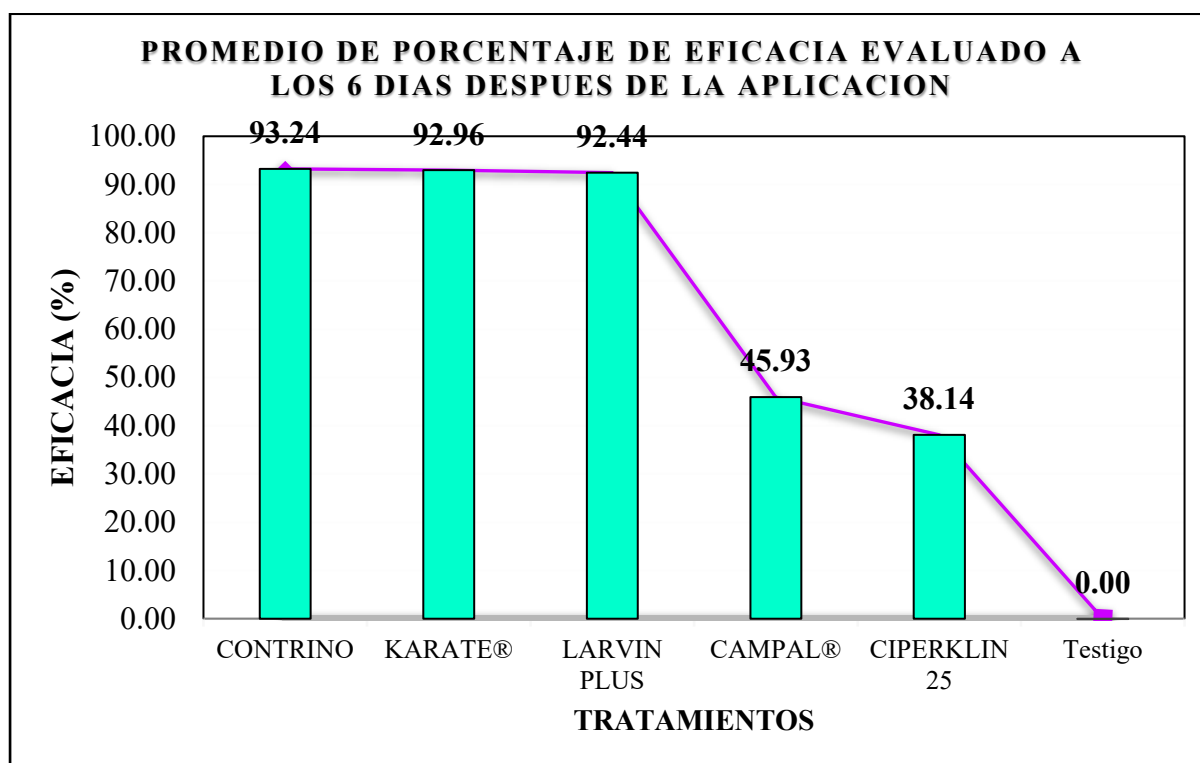
*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la eficacia (%) de control de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación
I	CONTRINO	93.24	a
II	KARATE®	92.96	a
III	LARVIN PLUS	92.44	a
IV	CAMPAL®	45.93	b
V	CIPERKLIN 25	38.14	b
VI	Testigo	0.00	c

La Tabla 13 presenta los resultados de la prueba de Tukey para la eficacia de los insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, seis días después de la aplicación. Los tratamientos CONTRINO (93.24 %), KARATE® (92.96 %) y LARVIN PLUS (92.44 %) conformaron el grupo estadístico superior (a), sin diferencias significativas entre ellos, lo que confirma su alto desempeño sostenido en el control de la plaga. En contraste, CAMPAL® (45.93 %) y CIPERKLIN 25 (38.14 %) se ubicaron en un segundo grupo (b), con eficacias notablemente menores. El testigo (0.00 %) quedó claramente separado en el grupo c, reflejando la ausencia total de control y reafirmando la presión activa de infestación en las parcelas sin tratamiento.

Figura 14.

Representación gráfica de la eficacia (%) de los tratamientos insecticidas contra *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación.



La Figura 14 muestra gráficamente la eficacia de los tratamientos insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, según la prueba de Tukey realizada a los seis días después de la aplicación. Se observa una clara agrupación de los tratamientos CONTRINO, KARATE® y LARVIN PLUS, cuyos valores de eficacia superaron el 92 %, consolidándose como los más efectivos en esta etapa. En contraste, CAMPAL® y CIPERKLIN 25 presentaron eficacias intermedias, mientras que el testigo permaneció sin efecto. Esta representación visual refuerza las diferencias estadísticas detectadas y evidencia el rendimiento sostenido de los productos con acción de choque y persistencia en el tejido foliar.

6.1.1.3. Nueve días después de la aplicación

Tabla 14.

Eficacia (%) de control de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	46.03	35.24	48.06	53.64	182.96	45.74
CIPERKLIN 25	39.29	32.65	35.68	42.25	149.86	37.47
CONTRINO	100.00	94.29	100.00	94.55	388.83	97.21
KARATE®	91.01	88.57	89.44	93.71	362.73	90.68
LARVIN PLUS	100.00	94.29	100.00	100.00	394.29	98.57
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	376.32	345.03	373.18	384.13	1478.67	61.61

Nota. Valores calculados según la fórmula de Henderson y Tilton (1955).

Los porcentajes mostrados fueron calculados a partir de los datos originales del Cuadro 1 (Anexo 1), aplicando la fórmula de Henderson y Tilton (1955). Los valores reflejan el promedio de las cuatro repeticiones por tratamiento.

Tabla 15.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la eficacia de control de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de los tratamientos.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor 0.05	
Bloques	3	0.0553	0.0184	3.7300	0.2420	NS
Tratamientos	5	6.7718	1.3544	274.0200	<0.001	*
Error	15	0.0741	0.0049			
Total	23	6.9012		CV=	7.50%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 15 revela diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$) en cuanto a la eficacia de los insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, nueve días después de la aplicación. No se registraron diferencias significativas entre bloques ($p = 0.242$), lo que sugiere condiciones experimentales estables durante esta evaluación. El coeficiente de variación (CV) fue de 7.50 %, indicando una variabilidad mínima y reforzando la confiabilidad de los resultados obtenidos en esta etapa del ensayo.

Tabla 16.

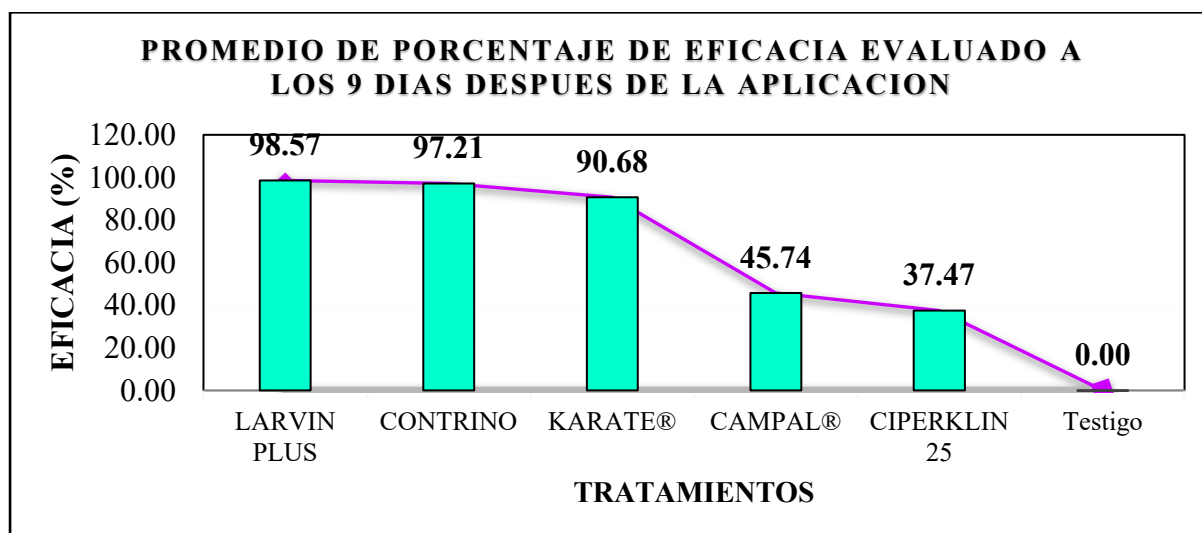
*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la eficacia (%) de control de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación
I	LARVIN PLUS	98.57	a
II	CONTRINO	97.21	a
III	KARATE®	90.68	b
IV	CAMPAL®	45.74	c
V	CIPERKLIN 25	37.47	c
VI	Testigo	0.00	d

La Tabla 16 muestra la prueba de Tukey para la eficacia de los insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, evaluada a los nueve días después de la aplicación. LARVIN PLUS (98.57 %) y CONTRINO (97.21 %) integraron el grupo estadístico superior (a), sin diferencias significativas entre ellos, lo que evidencia su eficacia sostenida en el tiempo. KARATE® (90.68 %) se ubicó en un segundo grupo (b), con un buen nivel de control, aunque estadísticamente inferior al de los dos primeros tratamientos. Por su parte, CAMPAL® (45.74 %) y CIPERKLIN 25 (37.47 %) fueron agrupados en el grupo c, con eficacias considerablemente más bajas. Finalmente, el testigo (0.00 %) quedó aislado en el grupo d, reflejando la completa ausencia de control en ausencia de intervención química.

Figura 15.

*Representación gráfica de la eficacia (%) de los tratamientos insecticidas contra *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación.*



La Figura 15 representa gráficamente la eficacia de los tratamientos insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, según la prueba de Tukey realizada nueve días después de la aplicación. Se observa una marcada superioridad de LARVIN PLUS y CONTRINO, ambos con eficacias cercanas al 100 %, reflejando un control sostenido y efectivo. KARATE® también mostró una respuesta elevada, aunque estadísticamente inferior, mientras que CAMPAL® y CIPERKLIN 25 continúan con desempeños moderados. El testigo, sin aplicación, se mantiene sin efecto alguno. La figura permite visualizar con claridad los grupos estadísticos diferenciados, reforzando la consistencia de los resultados observados en esta etapa del ensayo.

6.1.1.4. Catorce días después de la aplicación

Tabla 17.

Eficacia (%) de control de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	43.33	39.29	53.83	41.07	177.51	44.38
CIPERKLIN 25	34.62	35.71	42.82	40.71	153.86	38.46
CONTRINO	100.00	100.00	100.00	95.20	395.20	98.80
KARATE®	92.74	91.43	90.62	94.46	369.24	92.31
LARVIN PLUS	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	370.68	366.43	387.27	371.43	1495.81	62.33

Nota. Valores calculados según la fórmula de Henderson y Tilton (1955).

Los resultados de eficacia (%) fueron obtenidos del procesamiento de los datos originales consignados en el Cuadro 1 del Anexo 1, aplicando la fórmula de Henderson y Tilton (1955) y promediando los valores de las cuatro repeticiones experimentales por tratamiento.

Tabla 18.

*Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la eficacia de control de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de los tratamientos.*

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor 0.05	
Bloques	3	0.0077	0.0026	0.7800	0.5250	NS
Tratamientos	5	7.4048	1.4810	446.5100	<0.001	*
Error	15	0.0498	0.0033			
Total	23	7.4623		CV=	5.99%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 18 indica diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$) en cuanto a la eficacia de los insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, a los catorce días después de la aplicación. No se detectaron diferencias significativas entre bloques ($p = 0.525$), lo que confirma la uniformidad de las condiciones experimentales. El coeficiente de variación (CV) fue de 5.99 %, reflejando una variabilidad mínima y un alto grado de precisión en los datos registrados durante esta evaluación final.

Tabla 19.

*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la eficacia (%) de control de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.*

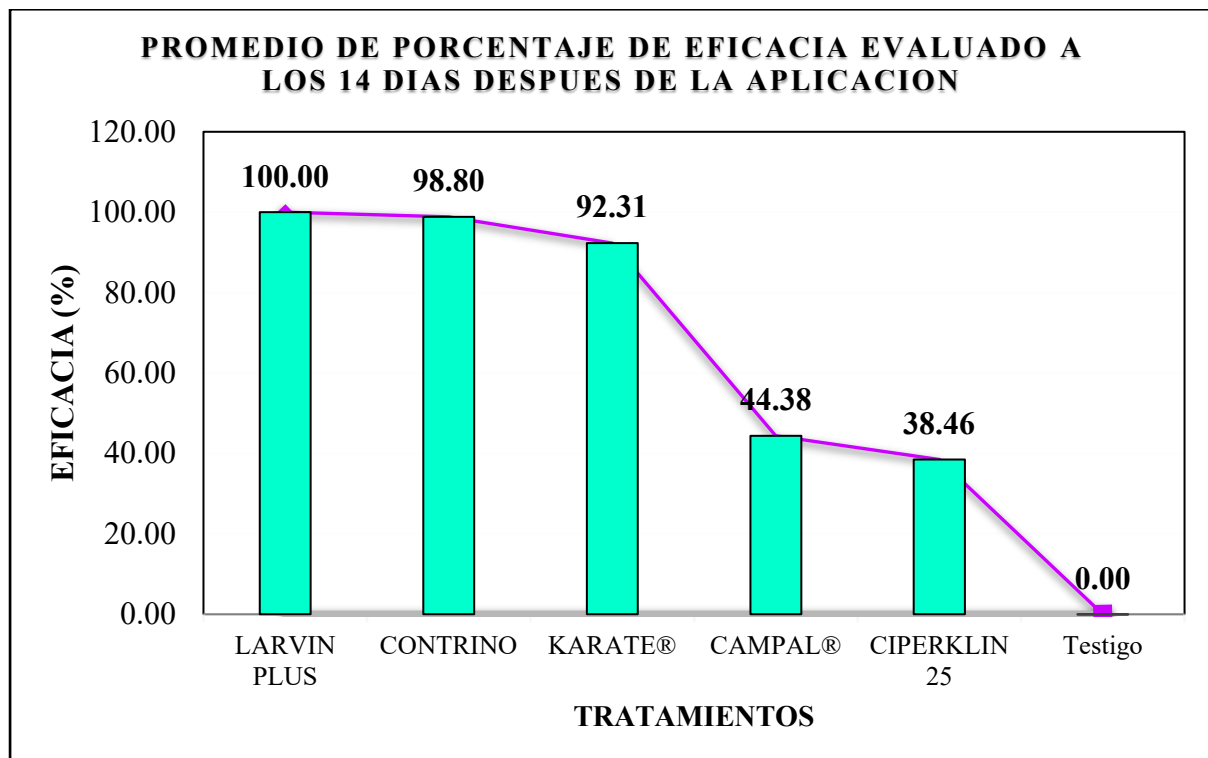
O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
I	LARVIN PLUS	100.00	a	
II	CONTRINO	98.80	a	
III	KARATE®	92.31	b	
IV	CAMPAL®	44.38		c
V	CIPERKLIN 25	38.46		c
VI	Testigo	0.00		d

La Tabla 19 muestra los resultados de la prueba de Tukey para la eficacia de los insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, evaluada a los catorce días después de la aplicación. LARVIN PLUS (100.00 %) y CONTRINO (98.80 %) se agruparon en el grupo estadístico superior (a), evidenciando un control completo y sostenido hasta el final del ensayo. KARATE® (92.31 %), aunque con alta eficacia, se ubicó en un grupo inferior (b), mostrando

una diferencia significativa frente a los dos tratamientos más efectivos. Por su parte, CAMPAL® (44.38 %) y CIPERKLIN 25 (38.46 %) mantuvieron un desempeño bajo, agrupados en el grupo c. Finalmente, el testigo (0.00 %) se ubicó en el grupo d, confirmando la falta total de control sin aplicación de insecticidas.

Figura 16.

*Representación gráfica de la eficacia (%) de los tratamientos insecticidas contra *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación.*



La Figura 16 muestra de forma gráfica la eficacia de los tratamientos insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda*, según la prueba de Tukey realizada catorce días después de la aplicación. Se aprecia que LARVIN PLUS alcanzó el 100 % de eficacia, seguido de CONTRINO con 98.80 %, ambos claramente posicionados en el grupo estadístico superior. KARATE®, con una eficacia de 92.31 %, se mantuvo en un grupo intermedio, aunque por debajo de los tratamientos con mayor control.

Tabla 20.

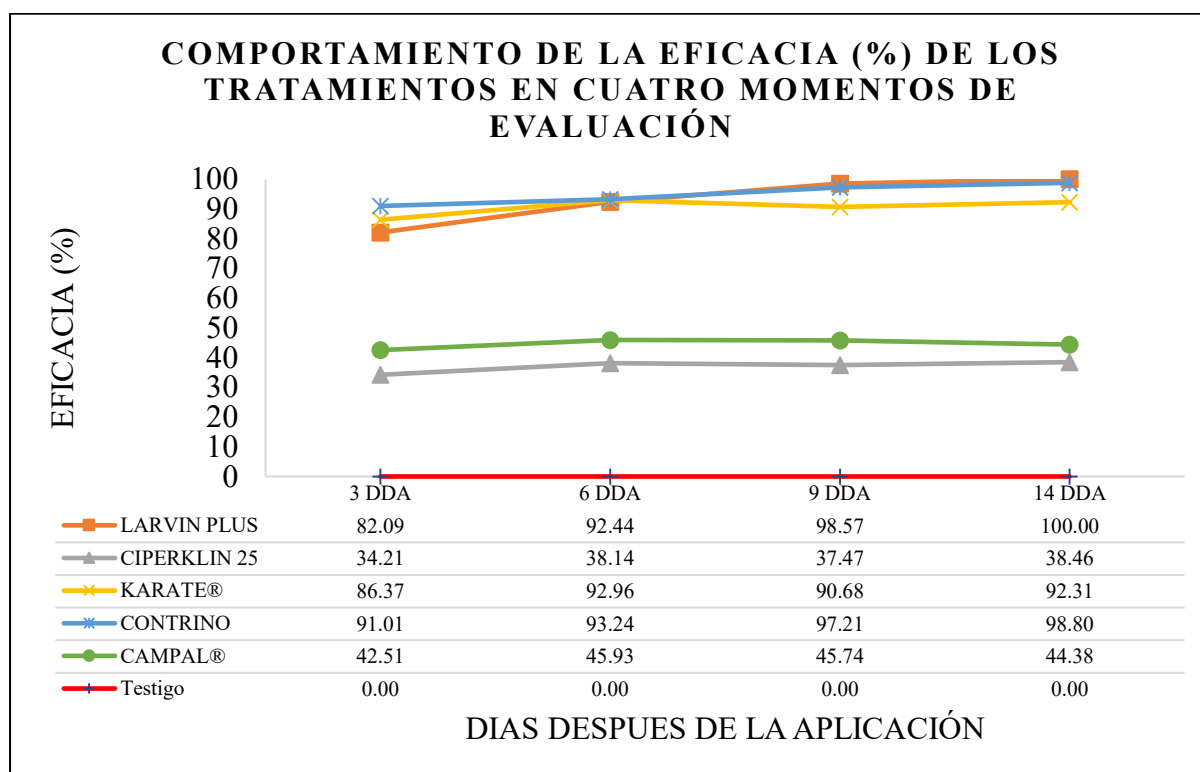
Comportamiento de la eficacia (%) de los insecticidas evaluados en el control de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, en cuatro momentos de evaluación.

Tratamientos	3 DDA	6 DDA	9 DDA	14 DDA
LARVIN PLUS	82.09	92.44	98.57	100.00
CIPERKLIN 25	34.21	38.14	37.47	38.46
KARATE®	86.37	92.96	90.68	92.31
CONTRINO	91.01	93.24	97.21	98.80
CAMPAL®	42.51	45.93	45.74	44.38
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00

La Tabla 20 presenta los valores de eficacia (%) de los insecticidas en el control de *Spodoptera frugiperda* en cuatro momentos de evaluación (3, 6, 9 y 14 DDA). Se aprecia que Larvin Plus y Contrino alcanzaron los mayores niveles de control, llegando a 100.00 % y 98.80 % respectivamente al día 14, mientras que Karate® se mantuvo también en un rango alto (90–93 %). En contraste, CAMPAL® (42.51–45.93 %) y Ciperklin 25 (34.21–38.46 %) mostraron un desempeño bajo y estable, sin superar el 50 % de eficacia en ninguno de los periodos. El testigo, como era de esperarse, no presentó control en ninguna de las fechas (0.00 %).

Figura 17.

Comportamiento de la eficacia (%) de los tratamientos en cuatro momentos de evaluación (3, 6, 9 y 14 DDA).



La Figura 17 permite visualizar la evolución temporal de la eficacia de los tratamientos. Se observa un incremento progresivo de la eficacia en Larvin Plus y Contrino, que alcanzaron valores cercanos o iguales al 100 % en la última evaluación, reflejando un efecto residual positivo. Karate® se mantuvo con una eficacia alta y estable, aunque ligeramente por debajo de los dos primeros. En cambio, las curvas de CAMPAL® y Ciperklin 25 se ubicaron muy por debajo, con trayectorias planas que denotan baja capacidad de control, mientras que el testigo se mantuvo en cero, confirmando la persistencia de la infestación en ausencia de tratamiento.

Tanto la Tabla 20 como la Figura 17 evidencian que los insecticidas Larvin Plus, Contrino y Karate® fueron altamente eficaces en el control de *Spodoptera frugiperda*, diferenciándose significativamente de CAMPAL® y Ciperklin 25, cuyo efecto fue limitado y constante en el tiempo. La combinación de resultados numéricos y gráficos permite concluir que los productos de acción rápida y sostenida garantizan un control eficiente de la plaga,

mientras que aquellos con eficacia reducida no alcanzan niveles aceptables bajo condiciones de aplicación única.

6.1.2. Incidencia

6.1.2.1. Tres días después de la aplicación

Tabla 21.

Incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	55.00	50.00	55.00	50.00	210.00	52.50
CIPERKLIN 25	55.00	55.00	50.00	45.00	205.00	51.25
CONTRINO	35.00	35.00	45.00	35.00	150.00	37.50
KARATE®	40.00	30.00	30.00	40.00	140.00	35.00
LARVIN PLUS	35.00	30.00	25.00	35.00	125.00	31.25
Testigo	60.00	60.00	60.00	55.00	235.00	58.75
Total	280.00	260.00	265.00	260.00	1065.00	44.38

Los valores de incidencia (%) provienen de los datos originales de campo consignados en el Cuadro 8 (tres días después de la aplicación) del Anexo 2, correspondientes al número de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* en veinte plantas por parcela. Los porcentajes fueron calculados en función del total de plantas evaluadas en cada unidad experimental, promediando los resultados de los cuatro bloques por tratamiento.

Tabla 22.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la incidencia de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, con datos transformados, tres días después de la aplicación.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor 0.05	
Bloques	3	0.0047	0.0016	0.7000	0.5640	NS
Tratamientos	5	0.2609	0.0522	23.2500	<0.001	*
Error	15	0.0337	0.0022			
Total	23	0.2993		CV=	6.51%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza presentado en la Tabla 22 reveló diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$) respecto a la incidencia de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación de los insecticidas. Este resultado confirma que los productos evaluados generaron efectos diferenciados en la evolución inicial de la infestación larval. Por otro lado, no se detectaron diferencias significativas entre bloques ($p = 0.564$), lo cual refleja una adecuada homogeneidad de las condiciones experimentales. Además, el coeficiente de variación ($CV = 6.51 \%$) fue bajo, lo que garantiza la precisión y confiabilidad de los datos registrados en este primer momento de evaluación.

Tabla 23.

*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda*, tres días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas en maíz amarillo duro.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación
I	Testigo	58.75	a
II	CAMPAL®	52.50	a
III	CIPERKLIN 25	51.25	a
IV	CONTRINO	37.50	b
V	KARATE®	35.00	b
VI	LARVIN PLUS	31.25	b

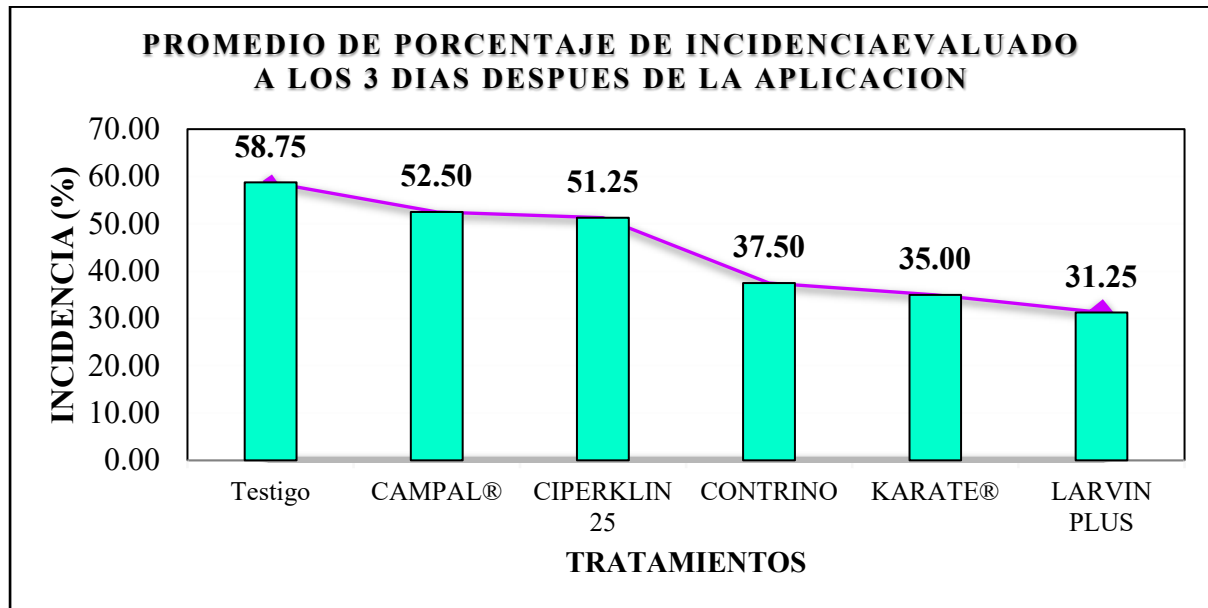
La Tabla 23 muestra los resultados de la prueba de Tukey para la incidencia de *Spodoptera frugiperda*, tres días después de aplicar los tratamientos insecticidas. Se identificaron dos grupos estadísticos diferenciados. El primer grupo, sin diferencias significativas internas, incluyó al testigo (58.75 %), CAMPAL® (52.50 %) y CIPERKLIN 25 (51.25 %), los cuales registraron las incidencias más elevadas, indicando una baja eficacia para contener el avance de la infestación inicial. En cambio, CONTRINO (37.50 %), KARATE® (35.00 %) y LARVIN PLUS (31.25 %) conformaron el segundo grupo estadístico, con incidencias significativamente menores.

Estos resultados confirman que los tratamientos del segundo grupo mostraron un mejor comportamiento en evitar que nuevas plantas resultaran afectadas en los primeros días, lo cual

es fundamental dado el carácter irreversible de la incidencia. Mientras menor sea el aumento de plantas infestadas respecto a la línea base, mayor es la eficacia del tratamiento aplicado para frenar la propagación de la plaga.

Figura 18.

Representación gráfica de la incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación de los tratamientos.



La Figura 18 representa gráficamente la incidencia de *Spodoptera frugiperda* observada tres días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas, según la prueba de Tukey. Se observa una clara separación entre los grupos estadísticos: el testigo, junto a CAMPAL® y CIPERKLIN 25, muestran las incidencias más altas, lo que refleja una débil capacidad de contención frente a la infestación temprana. En contraste, los tratamientos LARVIN PLUS, KARATE® y CONTRINO presentan menores valores, agrupados en el grupo estadístico inferior, lo que indica una mayor eficacia inicial para limitar el avance de la plaga.

Dado que la incidencia refleja el número acumulado de plantas infestadas y (no se revierte), esta representación visual refuerza la ventaja de los tratamientos que lograron mantener bajo control la propagación de larvas durante los primeros días posteriores a la aplicación.

6.1.2.2. Seis días después de la aplicación

Tabla 24.

Incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	55.00	50.00	55.00	55.00	215.00	53.75
CIPERKLIN 25	60.00	60.00	60.00	45.00	225.00	56.25
CONTRINO	35.00	35.00	45.00	35.00	150.00	37.50
KARATE®	45.00	30.00	30.00	40.00	145.00	36.25
LARVIN PLUS	35.00	35.00	30.00	35.00	135.00	33.75
Testigo	65.00	60.00	65.00	65.00	255.00	63.75
Total	295.00	270.00	285.00	275.00	1125.00	46.88

Los valores de incidencia (%) provienen de los datos originales consignados en el Cuadro 10 (seis días después de la aplicación) del Anexo 2. Los porcentajes se calcularon en base al número de plantas infestadas en veinte plantas centrales por parcela, considerando el promedio de los cuatro bloques experimentales.

Tabla 25.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la incidencia de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, con datos transformados, seis días después de la aplicación.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor 0.05	
Bloques	3	0.0064	0.0021	0.7400	0.5420	NS
Tratamientos	5	0.3276	0.0655	22.9500	<0.001	*
Error	15	0.0428	0.0029			
Total	23	0.3768		CV=	7.09%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 25 evidenció diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$) en la incidencia de *Spodoptera frugiperda*, seis días después de la aplicación de los insecticidas, lo que confirma que las formulaciones evaluadas generaron efectos diferenciados en la progresión de la infestación. El coeficiente de variación (7.09 %) se mantuvo en un rango bajo, lo que garantiza precisión y consistencia en los datos obtenidos. Estos resultados reafirman que el comportamiento de la plaga respondió

directamente a la eficacia y persistencia de cada tratamiento, siendo este un punto clave para la interpretación de una variable acumulativa e irreversible como la incidencia.

Tabla 26.

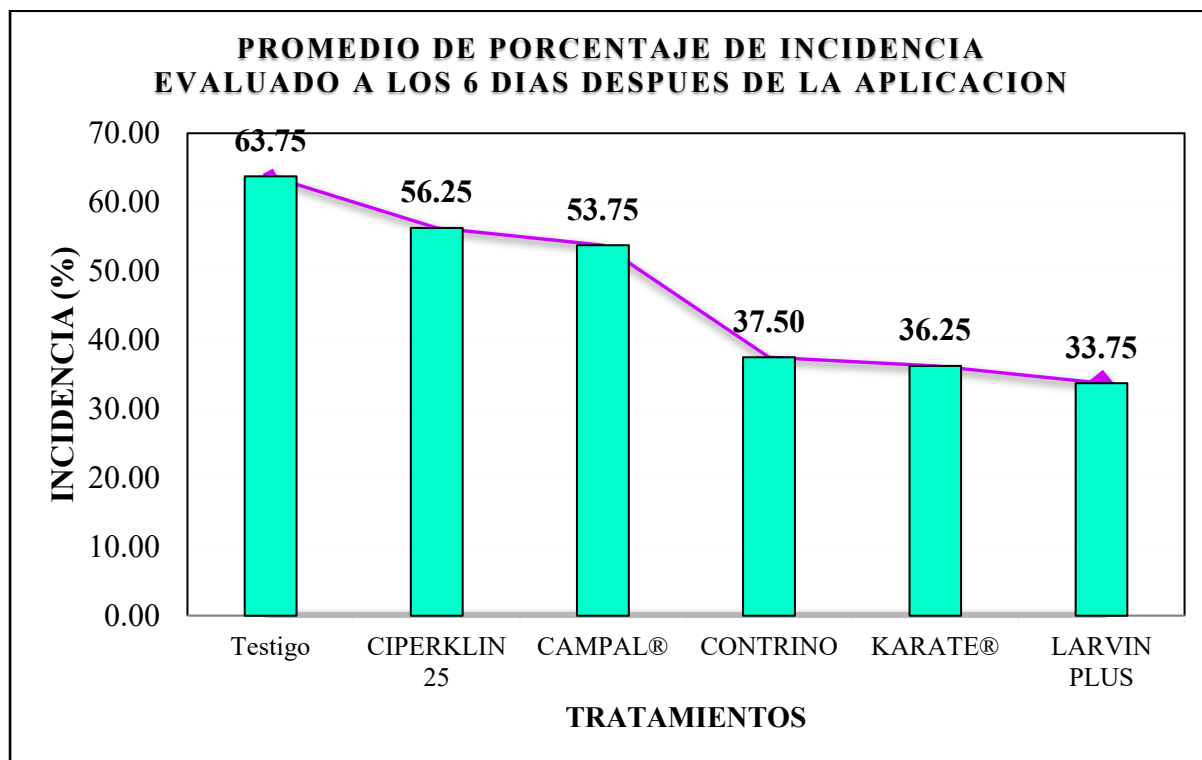
*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda*, seis días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas en maíz amarillo duro*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación
I	Testigo	63.75	a
II	CIPERKLIN 25	56.25	a
III	CAMPAL®	53.75	a
IV	CONTRINO	37.50	b
V	KARATE®	36.25	b
VI	LARVIN PLUS	33.75	b

La prueba de Tukey (Tabla 26) para la incidencia de *Spodoptera frugiperda*, seis días después de la aplicación se identificaron dos grupos estadísticamente diferenciados. El primer grupo, con mayores niveles de incidencia, estuvo conformado por el testigo (63.75 %), Ciperklin 25 (56.25 %) y Campal® (53.75 %), los cuales mostraron una limitada capacidad para contener el avance de la infestación. Por otro lado, Larvin Plus (33.75 %), Karate® (36.25 %) y Contrino (37.50 %) conformaron el segundo grupo, con incidencias significativamente más bajas. Estos tratamientos demostraron una mejor eficacia para evitar el incremento de plantas infestadas durante este segundo momento de evaluación.

Figura 19.

Representación gráfica de la incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.



La Figura 19 representa visualmente la incidencia de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de los tratamientos. Se aprecia una clara separación entre los tratamientos más efectivos y aquellos con menor desempeño. LARVIN PLUS, KARATE® y CONTRINO mostraron los valores más bajos, manteniéndose por debajo del 38 % de incidencia, lo que refleja su capacidad para evitar que nuevas plantas resultaran infestadas durante este periodo. En contraste, CAMPAL®, CIPERKLIN 25 y el testigo presentaron incidencias considerablemente más elevadas, superando el 50 %, lo que evidencia una limitada eficacia de estos productos en la contención del brote. Esta diferenciación gráfica refuerza la tendencia observada en los análisis previos y subraya la importancia de una acción persistente para frenar la progresión de una plaga cuya incidencia se acumula con el tiempo.

6.1.2.3. Nueve días después de la aplicación

Tabla 27.

Incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	55.00	55.00	55.00	60.00	225.00	56.25
CIPERKLIN 25	60.00	60.00	60.00	60.00	240.00	60.00
CONTRINO	35.00	35.00	45.00	35.00	150.00	37.50
KARATE®	45.00	35.00	30.00	40.00	150.00	37.50
LARVIN PLUS	40.00	40.00	35.00	40.00	155.00	38.75
Testigo	70.00	65.00	70.00	70.00	275.00	68.75
Total	305.00	290.00	295.00	305.00	1195.00	49.79

Los valores fueron determinados a partir de los registros de campo contenidos en el Cuadro 12 (nueve días después de la aplicación) del Anexo 2. El cálculo se realizó sobre veinte plantas por parcela, promediando los resultados de los cuatro bloques para cada tratamiento.

Tabla 28.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la incidencia de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, con datos transformados, nueve días después de la aplicación.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor 0.05	
Bloques	3	0.0030	0.0010	0.6300	0.6090	NS
Tratamientos	5	0.3849	0.0770	47.5000	<0.001	*
Error	15	15.0000	0.0243	0.0016		
Total	23	0.4123		CV=	19.90%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 28 evidenció diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$) en la incidencia de *Spodoptera frugiperda*, nueve días después de la aplicación. Este resultado indica que los insecticidas evaluados continuaron mostrando comportamientos distintos frente a la progresión de la infestación larval.

Por otro lado, la no significancia entre bloques ($p = 0.609$) confirma la homogeneidad de las condiciones experimentales, lo que respalda la validez de los resultados. El coeficiente de variación fue de 19.90 %, un valor que, si bien es superior al de las evaluaciones previas, se

encuentra dentro del rango recomendado para ensayos agronómicos de campo, que acepta hasta un 30 % como límite superior aceptable. Esto garantiza que la variabilidad observada responde principalmente a los efectos de los tratamientos y no a factores externos al diseño experimental.

Tabla 29.

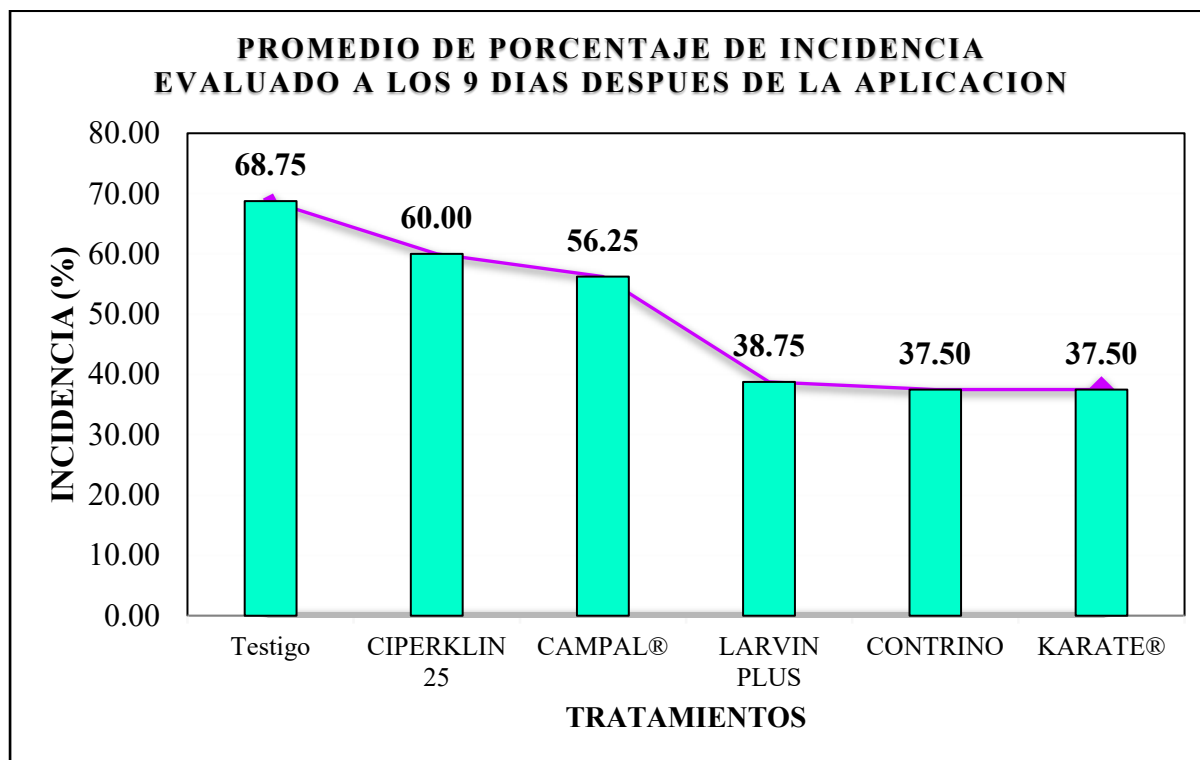
*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda*, nueve días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas en maíz amarillo duro.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
I	Testigo	68.75	a	
II	CIPERKLIN 25	60.00	a	b
III	CAMPAL®	56.25		b
IV	LARVIN PLUS	38.75		c
V	CONTRINO	37.50		c
VI	KARATE®	37.50		c

La Tabla 29 presenta los resultados de la prueba de Tukey para la incidencia de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, evaluada al noveno día. Se identificaron tres grupos estadísticamente diferenciados. El testigo (68.75 %) se ubicó en el grupo superior (a), evidenciando la mayor acumulación de plantas infestadas en ausencia de control. Le siguieron CIPERKLIN 25 (60.00 %) y CAMPAL® (56.25 %), integrando el grupo intermedio (a-b y b, respectivamente), lo que indica una eficacia limitada frente a la presión continua de la plaga. En contraste, los tratamientos LARVIN PLUS (38.75 %), CONTRINO (37.50 %) y KARATE® (37.50 %) conformaron el grupo inferior (c), con incidencias significativamente menores. Estos productos lograron conservar la incidencia a niveles relativamente estables respecto a evaluaciones previas, lo que sugiere una mayor persistencia en su acción protectora frente al avance progresivo de *Spodoptera frugiperda*, variable crítica en un cultivo de ciclo corto como el maíz.

Figura 20.

Representación gráfica de la incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.



La Figura 20 ilustra de manera comparativa la incidencia de *Spodoptera frugiperda* registrada al noveno día de evaluación. Se observa una marcada separación entre los tratamientos más eficaces y aquellos de menor desempeño. En la parte superior del gráfico, el testigo (68.75 %), junto con CIPERKLIN 25 (60.00 %) y CAMPAL® (56.25 %), concentran las incidencias más altas, reflejando una progresión sostenida de la infestación debido a su limitada capacidad de contención. Por el contrario, LARVIN PLUS (38.75 %), CONTRINO (37.50 %) y KARATE® (37.50 %) destacan por mantener valores más bajos, lo que evidencia un mejor control del avance larval. Esta visualización complementa los resultados estadísticos y permite apreciar, de forma clara, la eficiencia comparativa de los tratamientos en frenar la acumulación de plantas infestadas en una etapa crítica del desarrollo del cultivo.

6.1.2.4. Catorce días después de la aplicación

Tabla 30.

Incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	60.00	55.00	55.00	60.00	230.00	57.50
CIPERKLIN 25	60.00	60.00	60.00	60.00	240.00	60.00
CONTRINO	35.00	35.00	45.00	35.00	150.00	37.50
KARATE®	45.00	35.00	30.00	40.00	150.00	37.50
LARVIN PLUS	40.00	40.00	40.00	45.00	165.00	41.25
Testigo	80.00	75.00	70.00	75.00	300.00	75.00
Total	320.00	300.00	300.00	315.00	1235.00	51.46

Los valores de incidencia (%) se obtuvieron procesando los datos originales presentados en el Cuadro 14 (catorce días después de la aplicación) del Anexo 2, correspondientes al porcentaje de plantas afectadas en veinte plantas evaluadas por unidad experimental. Los resultados expresan el promedio de cuatro repeticiones por tratamiento.

Tabla 31.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la incidencia de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, con datos transformados, catorce días después de la aplicación.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor 0.05	
Bloques	3	0.0061	0.0020	1.1500	0.3600	NS
Tratamientos	5	0.4933	0.0987	56.0300	<0.001	*
Error	15	0.0264	0.0018			
Total	23	0.5258		CV=	5.24%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza (Tabla 31) evidenció diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$) en cuanto a la incidencia de *Spodoptera frugiperda* a los catorce días de la aplicación, lo cual confirma que la eficacia de los insecticidas evaluados varió de forma consistente hasta la última evaluación. El CV fue de 5.24 %, un valor considerablemente bajo y altamente aceptable para ensayos de campo, lo que garantiza la precisión de los resultados. Este bajo nivel de error experimental fortalece la confiabilidad del efecto diferencial observado

entre tratamientos, especialmente en una variable irreversible como la incidencia, donde los valores solo pueden aumentar o mantenerse en función de la eficacia residual del insecticida aplicado.

Tabla 32.

*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda*, catorce días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas en maíz amarillo duro.*

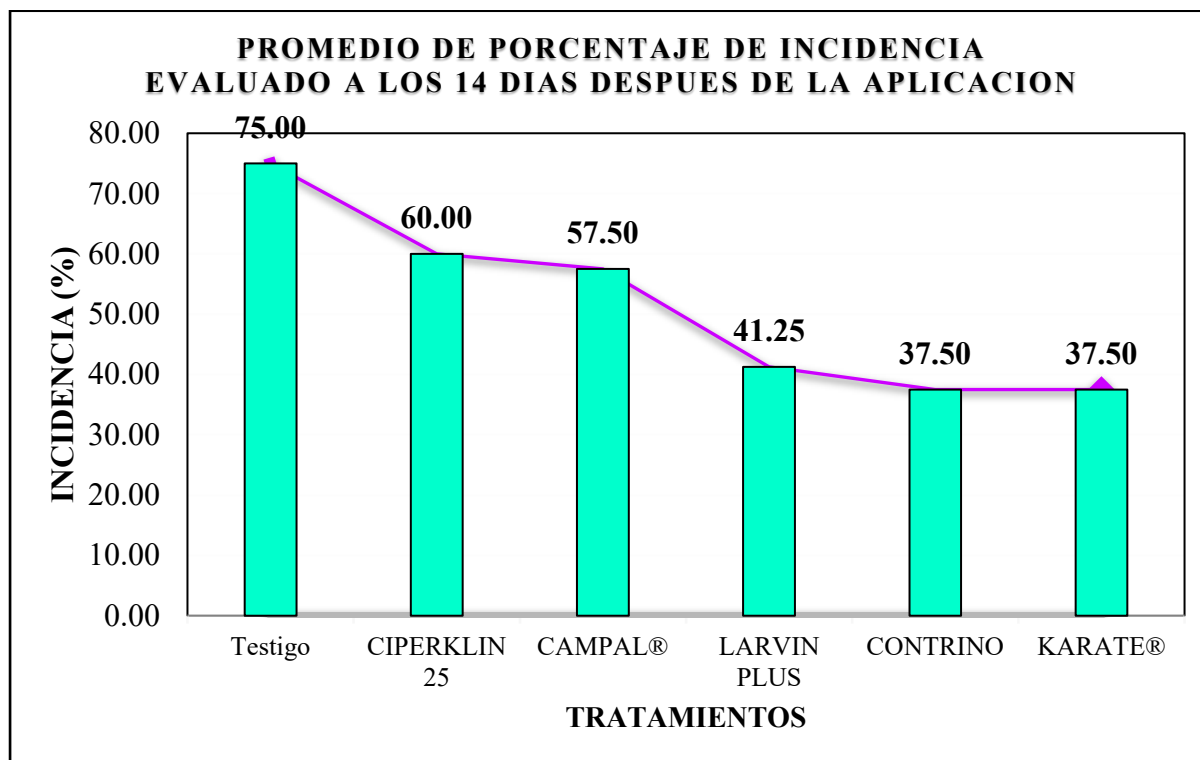
O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
I	Testigo	75.00	a	
II	CIPERKLIN 25	60.00		b
III	CAMPAL®	57.50		b
IV	LARVIN PLUS	41.25		c
V	CONTRINO	37.50		c
VI	KARATE®	37.50		c

La Tabla 32 muestra los resultados de la prueba de Tukey para la incidencia de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de los tratamientos. Se identificaron tres grupos estadísticos claramente diferenciados. El testigo (75.00 %) se posicionó en el grupo superior (a), indicando el nivel más alto de infestación acumulada. A este le siguieron CIPERKLIN 25 (60.00 %) y CAMPAL® (57.50 %), ambos dentro del grupo b, lo que revela su limitada eficacia residual frente a la presión continua de la plaga.

En contraste, LARVIN PLUS (41.25 %), CONTRINO (37.50 %) y KARATE® (37.50 %) integraron el grupo c, con incidencias significativamente más bajas. Estos tratamientos no solo conservaron el control logrado en las primeras evaluaciones, sino que además demostraron una persistencia efectiva frente al avance de la plaga, lo cual es determinante en variables de comportamiento acumulativo e irreversible como la incidencia.

Figura 21.

Representación gráfica de la incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de los tratamientos insecticidas.



La Figura 21 ofrece una representación visual clara del comportamiento diferencial de los tratamientos frente a la incidencia acumulada de *Spodoptera frugiperda* al día catorce. En la parte superior del gráfico, el testigo (75.00 %) resalta como el tratamiento con mayor número de plantas infestadas, seguido por CIPERKLIN 25 (60.00 %) y CAMPAL® (57.50 %), cuyos valores reflejan un bajo nivel de control frente al avance sostenido de la plaga.

En contraste, LARVIN PLUS, CONTRINO y KARATE® se agrupan con las incidencias más reducidas, situándose por debajo del 42 %, lo que pone en evidencia su mayor persistencia en el tiempo. Esta diferenciación gráfica corrobora lo mostrado en los análisis estadísticos previos y permite visualizar de forma inequívoca cuáles fueron los tratamientos más eficaces para frenar la progresión de infestación en una variable de naturaleza irreversible.

Tabla 33.

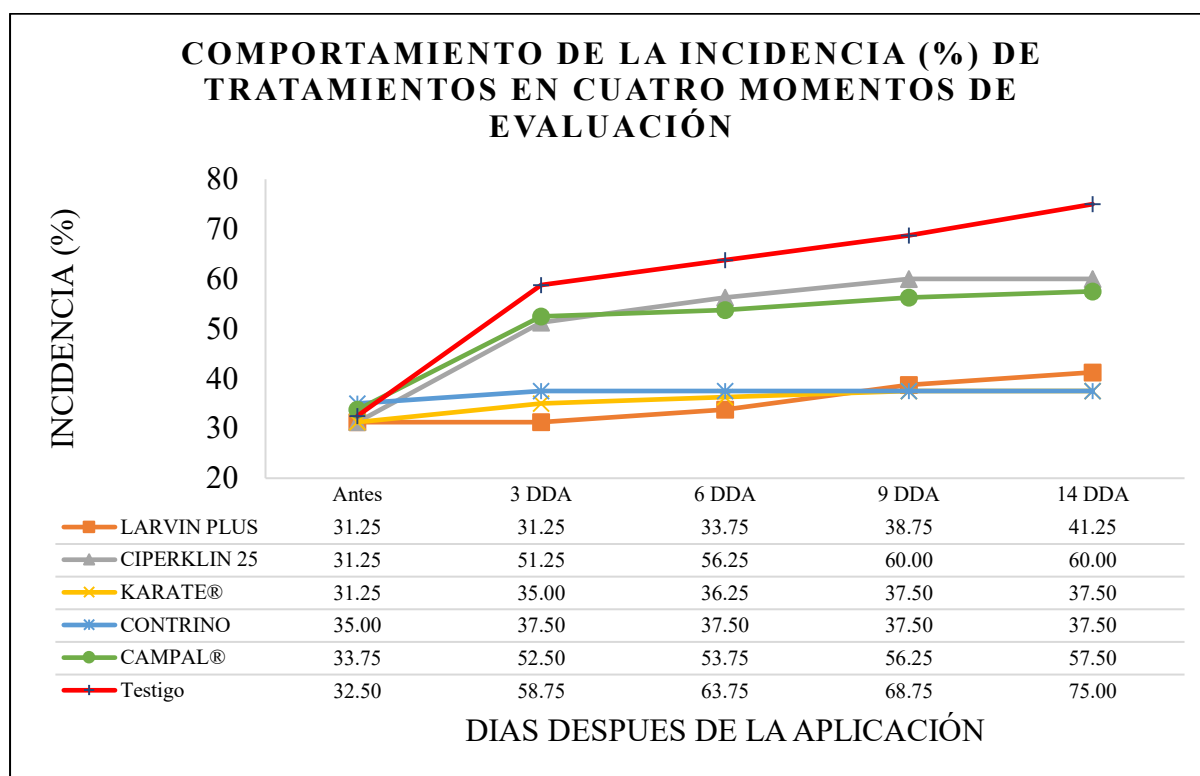
Incidencia (%) de plantas infestadas de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, antes de la aplicación y en cuatro momentos de evaluación.

Tratamientos	Antes	3 DDA	6 DDA	9 DDA	14 DDA
LARVIN PLUS	31.25	31.25	33.75	38.75	41.25
CIPERKLIN 25	31.25	51.25	56.25	60.00	60.00
KARATE®	31.25	35.00	36.25	37.50	37.50
CONTRINO	35.00	37.50	37.50	37.50	37.50
CAMPAL®	33.75	52.50	53.75	56.25	57.50
Testigo	32.50	58.75	63.75	68.75	75.00

La Tabla 33 muestra la evolución de la incidencia (%) de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T. Antes de la aplicación (día 0), todos los tratamientos registraron incidencias similares (31–35 %), lo cual evidencia condiciones iniciales homogéneas en las unidades experimentales. A los 14 DDA, el testigo alcanzó el valor más alto de infestación (75.00 %), confirmando la presión activa de la plaga. Entre los tratamientos, Larvin Plus (41.25 %), Karate® (37.50 %) y Contrino (37.50 %) lograron mantener las incidencias más bajas y estables, reflejando un efecto supresor sostenido. Por el contrario, CAMPAL® (57.50 %) y Ciperklin 25 (60.00 %) mostraron incidencias elevadas, con valores cercanos al testigo, lo que denota una limitada eficacia en la reducción de plantas infestadas.

Figura 22.

Comportamiento de la incidencia (%) de infestación de los tratamientos en los diferentes momentos de evaluación.



La Figura 22 grafica el comportamiento de la incidencia en los cinco tratamientos y el testigo. Se observa un aumento progresivo de infestación en el testigo, alcanzando 75.00 % a los 14 DDA, lo cual evidencia la dinámica natural de la plaga sin intervención. En contraste, Contrino y Karate® mostraron una curva plana y estable en torno al 37 %, mientras que Larvin Plus presentó un incremento moderado hasta 41.25 %. En el caso de CAMPAL® y Ciperklin 25, las curvas siguieron una trayectoria ascendente más marcada, con valores superiores al 55 %, lo que las diferencia claramente de los tratamientos más efectivos.

Tanto la Tabla 33 como la Figura 22 evidencian que los insecticidas Contrino, Karate® y Larvin Plus fueron los más eficaces en contener el avance de la infestación de *Spodoptera frugiperda*, manteniendo incidencias cercanas o inferiores al 40 % durante todo el periodo de evaluación. En contraste, CAMPAL® y Ciperklin 25 no lograron reducir de forma significativa la proporción de plantas infestadas, quedando estadísticamente próximos al testigo. En

conjunto, los resultados reflejan que solo algunos insecticidas poseen la capacidad de limitar eficazmente la propagación de la plaga bajo condiciones de campo homogéneas y con una sola aplicación.

6.1.3. Severidad

6.1.3.1. Tres días después de la aplicación

Tabla 34.

Severidad (%) del daño foliar causado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	14.44	14.44	13.89	16.11	58.89	14.72
CIPERKLIN 25	15.56	16.67	12.22	15.56	60.00	15.00
CONTRINO	7.78	7.78	9.44	7.78	32.78	8.19
KARATE®	9.44	7.22	7.22	10.00	33.89	8.47
LARVIN PLUS	8.33	7.22	7.78	8.33	31.67	7.92
Testigo	18.33	21.11	18.33	19.44	77.22	19.31
Total	73.89	74.44	68.89	77.22	294.44	12.27

Los valores de severidad (%) provienen de los datos originales consignados en el Cuadro 20 (tres días después de la aplicación) del Anexo 3. Los porcentajes fueron calculados considerando la escala de Davis y Williams (1992) y la fórmula de Townsend y Heuberger (1943), promediando los resultados de las cuatro repeticiones por tratamiento.

Tabla 35.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la severidad (%) del daño por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor 0.05	
Bloques	3	0.001301	0.000434	1.210000	0.3390	NS
Tratamientos	5	0.103748	0.020750	57.980000	<0.001	*
Error	15	0.005368	0.000358			
Total	23	0.110418		CV=	5.37%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 35 evidencia diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.001$) en cuanto a la severidad del daño causado por

Spodoptera frugiperda, tres días después de la aplicación. Esto indica que el tipo de insecticida aplicado tuvo un efecto determinante en el nivel de daño foliar observado en esta primera evaluación. Además, el coeficiente de variación (5.37 %) se encuentra dentro de los rangos aceptables para estudios en campo, lo cual respalda la precisión y confiabilidad del experimento en esta etapa inicial.

Tabla 36.

*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la severidad (%) del daño causado por *Spodoptera frugiperda*, tres días después de la aplicación de tratamientos en maíz amarillo duro.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación
I	Testigo	19.31	a
II	CIPERKLIN 25	15.00	b
III	CAMPAL®	14.72	b
IV	KARATE®	8.47	c
V	CONTRINO	8.19	c
VI	LARVIN PLUS	7.92	c

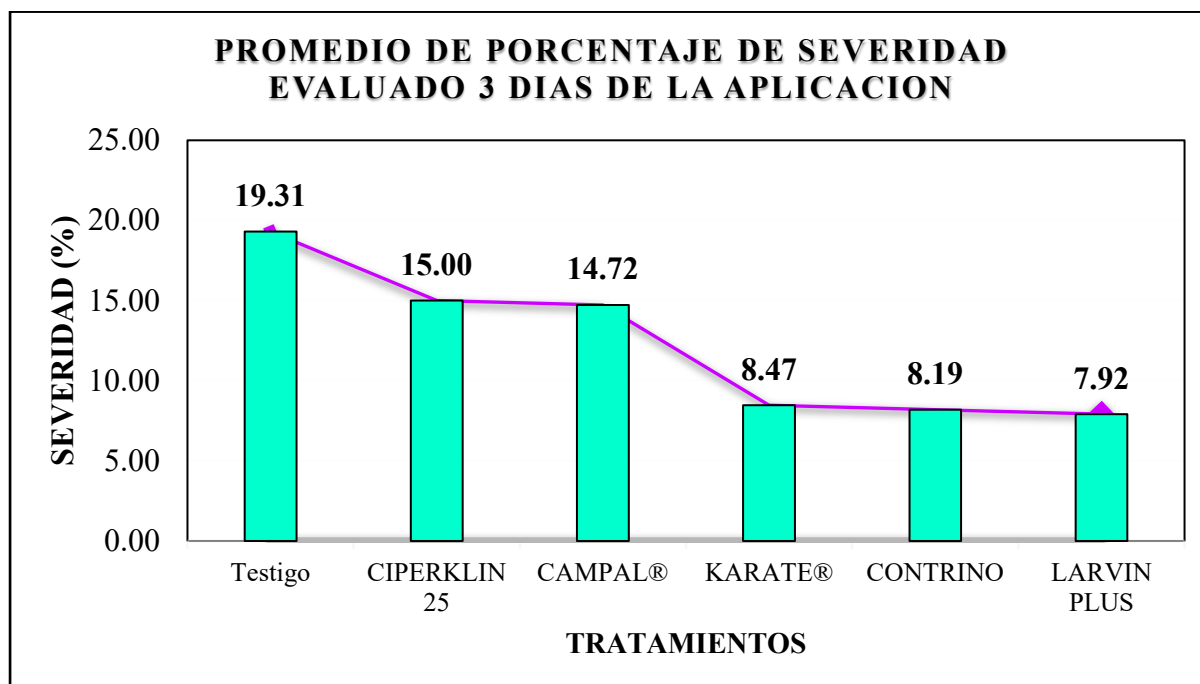
La Tabla 36 muestra los resultados de la prueba de Tukey, la cual permitió establecer grupos estadísticos diferenciados en cuanto a la severidad del daño foliar causado por *Spodoptera frugiperda*, tres días después de aplicar los tratamientos insecticidas. El testigo sin control químico presentó el valor más alto (19.31 %), agrupándose en el nivel “a”, lo que confirma la rápida progresión del daño en ausencia de intervención.

En contraste, LARVIN PLUS (7.92 %), CONTRINO (8.19 %) y KARATE® (8.47 %) integraron el grupo “c”, mostrando los menores niveles de severidad y, por tanto, una mejor contención del avance del daño en los primeros días. Por su parte, CAMPAL® (14.72 %) y CIPERKLIN 25 (15.00 %) se ubicaron en el grupo intermedio (“b”), con un comportamiento estadísticamente diferente respecto a los productos más eficaces, pero sin alcanzar los niveles críticos del testigo.

Este agrupamiento estadístico resalta la eficacia diferenciada de los tratamientos en el control temprano de la severidad, reforzando la ventaja de los productos con acción más rápida en las primeras 72 horas después de la aplicación.

Figura 23.

*Representación gráfica de la severidad (%) del daño por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, tres días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.*



La Figura 23 representa gráficamente los niveles de severidad (%) del daño foliar causado por *Spodoptera frugiperda*, conforme a la prueba de Tukey realizada tres días después de la aplicación de los tratamientos. Se visualiza una clara separación entre el testigo, con el valor más elevado (19.31 %), y los tratamientos LARVIN PLUS, CONTRINO y KARATE®, que mantuvieron el daño por debajo del 9 %.

Este patrón gráfico refuerza lo observado en las tablas anteriores, evidenciando que los productos más eficaces lograron contener la progresión del daño en los primeros días críticos tras la aplicación. En cambio, CAMPAL® y CIPERKLIN 25, aunque con niveles menores que el testigo, no alcanzaron el mismo nivel de contención, reflejando un control más limitado en esta etapa temprana.

6.1.3.2. Seis días después de la aplicación

Tabla 37.

Severidad (%) del daño foliar causado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	14.44	14.44	13.89	17.22	60.00	15.00
CIPERKLIN 25	16.11	17.22	13.89	15.56	62.78	15.69
CONTRINO	7.78	7.78	9.44	7.78	32.78	8.19
KARATE®	10.00	7.22	7.22	10.00	34.44	8.61
LARVIN PLUS	8.33	7.78	8.33	8.33	32.78	8.19
Testigo	21.67	21.11	21.11	25.56	89.44	22.36
Total	78.33	75.56	73.89	84.44	312.22	13.01

Los valores se derivan de los registros de campo presentados en el Cuadro 22 (seis días después de la aplicación) del Anexo 3. Los cálculos se realizaron aplicando la escala de Davis y Williams (1992) y la fórmula de Townsend y Heuberger (1943), con promedios obtenidos de cuatro bloques experimentales.

Tabla 38.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la severidad (%) del daño por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor 0.05	
Bloques	3	0.002067	0.000689	1.890000	0.1750	NS
Tratamientos	5	0.139188	0.027838	76.390000	<0.001	*
Error	15	0.005466	0.000364			
Total	23	0.146721		CV=	5.27%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza presentado en la Tabla 38 revela diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre los tratamientos evaluados, lo cual confirma que los insecticidas aplicados influyeron directamente en la severidad del daño ocasionado por *Spodoptera frugiperda*, seis días después de la aplicación. Esta evidencia estadística respalda la eficacia diferencial observada en los datos de campo. El coeficiente de variación (CV = 5.27 %) fue

bajo y se ubicó dentro del rango óptimo para estudios de campo, lo cual garantiza la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 39.

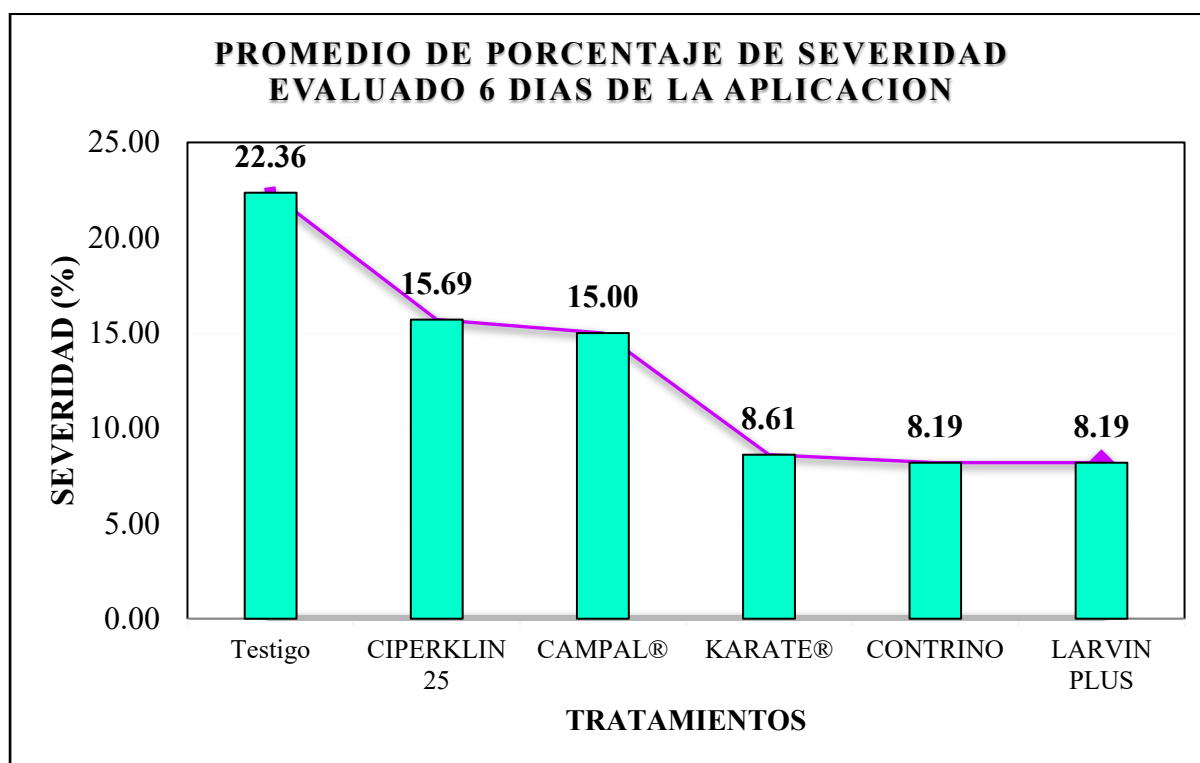
*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la severidad (%) del daño causado por *Spodoptera frugiperda*, seis días después de la aplicación de tratamientos en maíz amarillo duro.*

O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
I	Testigo	22.36	a	
II	CIPERKLIN 25	15.69		b
III	CAMPAL®	15.00		b
IV	KARATE®	8.61		c
V	CONTRINO	8.19		c
VI	LARVIN PLUS	8.19		c

La prueba de Tukey (Tabla 39) evidenció diferencias estadísticas claras entre los tratamientos evaluados. El testigo, sin aplicación de insecticidas, mantuvo la severidad más alta con un promedio de 22.36 %, ubicándose en el grupo “a”. En el grupo “b” se agruparon CIPERKLIN 25 (15.69 %) y CAMPAL® (15.00 %), reflejando un efecto limitado en la contención del daño foliar. Por otro lado, KARATE® (8.61 %), CONTRINO (8.19 %) y LARVIN PLUS (8.19 %) integraron el grupo “c”, estadísticamente separado, lo que confirma su mejor desempeño en frenar el avance de la severidad.

Figura 24.

Representación gráfica de la severidad (%) del daño por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.



La Figura 24 muestra gráficamente la comparación de la severidad del daño foliar causado por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, seis días después de la aplicación de los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey. Se observa una clara separación entre grupos estadísticos: el testigo destaca con el mayor nivel de severidad (22.36 %), mientras que CIPERKLIN 25 y CAMPAL® presentan valores intermedios, en torno al 15 %, confirmando su limitada eficacia. En contraste, los tratamientos KARATE®, CONTRINO y LARVIN PLUS muestran los porcentajes más bajos de severidad, con valores cercanos al 8 %, lo que indica un control más eficiente del daño foliar. Esta representación visual refuerza las diferencias significativas detectadas por los análisis estadísticos y permite apreciar de forma clara la superioridad de estos productos frente al avance del daño larval.

6.1.3.3. Nueve días después de la aplicación

Tabla 40.

Severidad (%) del daño foliar causado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				̄	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	14.44	17.78	15.00	20.56	67.78	16.94
CIPERKLIN 25	21.67	21.67	21.67	23.89	88.89	22.22
CONTRINO	7.78	7.78	9.44	7.78	32.78	8.19
KARATE®	10.00	10.00	8.89	10.00	38.89	9.72
LARVIN PLUS	11.11	10.56	10.00	11.11	42.78	10.69
Testigo	27.78	25.56	24.44	25.00	102.78	25.69
Total	92.78	93.33	89.44	98.33	373.89	15.58

Los valores de severidad (%) se obtuvieron a partir de los datos registrados en el Cuadro 24 (nueve días después de la aplicación) del Anexo 3, empleando la escala de Davis y Williams (1992) y la fórmula de Townsend y Heuberger (1943). Los valores representan el promedio de cuatro repeticiones por tratamiento.

Tabla 41.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la severidad (%) del daño por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de tratamientos.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor	
					0.05	
Bloques	3	0.001108	0.000369	1.000000	0.4210	NS
Tratamientos	5	0.197962	0.039592	106.900000	<0.001	*
Error	15	0.005556	0.000370			
Total	23	0.146721		CV=	4.84%	

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

La Tabla 41 muestra los resultados del análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) aplicado a la severidad (%) del daño foliar causado por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, evaluado a los nueve días de aplicación. Se observó un efecto altamente significativo entre los tratamientos insecticidas ($p < 0.001$), lo que confirma diferencias estadísticas sólidas en su capacidad de contención del daño. El coeficiente de variación fue de 4.84 %, valor bastante

bajo y dentro del rango aceptado en estudios de campo, lo que refleja una alta precisión y confiabilidad en la medición de esta variable.

Estos resultados respaldan con solidez estadística la eficacia diferencial de los productos evaluados en la limitación del daño progresivo ocasionado por la plaga.

Tabla 42.

*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la severidad (%) del daño causado por *Spodoptera frugiperda*, nueve días después de la aplicación de tratamientos en maíz amarillo duro.*

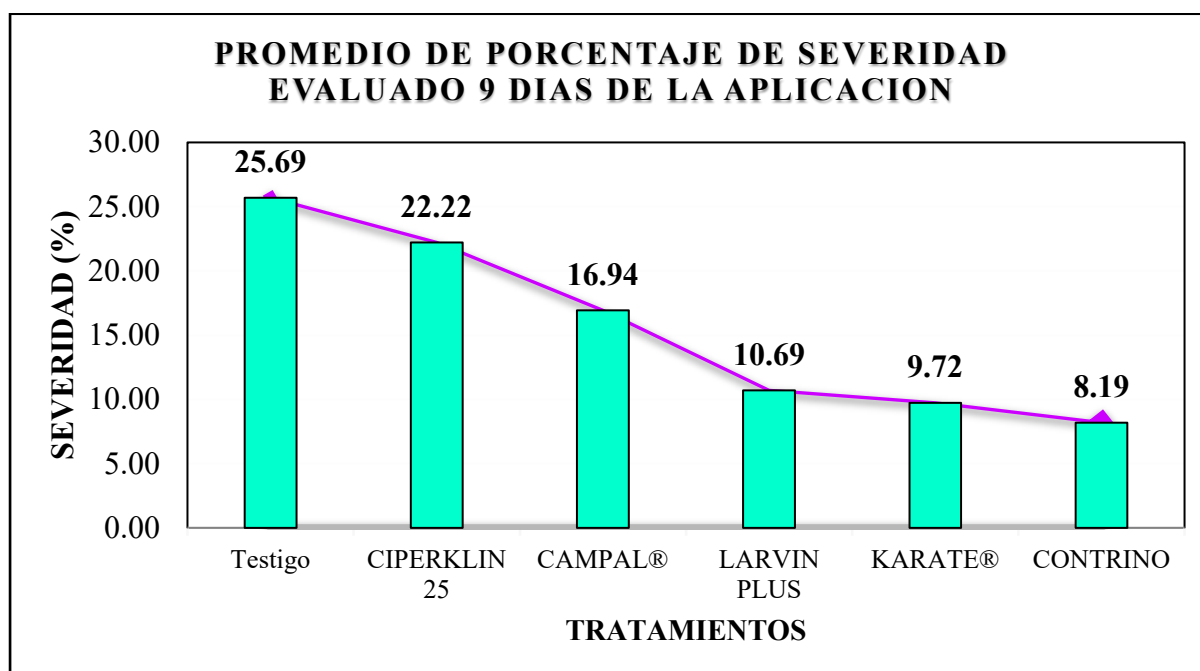
O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación
I	Testigo	25.69	a
II	CIPERKLIN 25	22.22	a
III	CAMPAL®	16.94	b
IV	LARVIN PLUS	10.69	c
V	KARATE®	9.72	c
VI	CONTRINO	8.19	c

La Tabla 42 presenta los resultados de la prueba de Tukey para la severidad del daño ocasionado por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de los insecticidas. Se identificaron tres grupos estadísticamente diferenciados. El testigo (25.69 %) y CIPERKLIN 25 (22.22 %) compartieron el grupo “a”, indicando los mayores niveles de daño foliar y, por tanto, el menor control efectivo. CAMPAL® (16.94 %), en el grupo intermedio “b”, mostró una reducción moderada del daño en comparación con los anteriores.

En contraste, LARVIN PLUS (10.69 %), KARATE® (9.72 %) y CONTRINO (8.19 %) conformaron el grupo “c”, con los menores niveles de severidad, evidenciando un control significativamente superior frente a la plaga. Estos tratamientos lograron contener eficazmente la progresión del daño foliar en esta fase crítica del cultivo. En conjunto, los resultados respaldan el comportamiento diferencial de los tratamientos, donde los productos con acción más prolongada mantuvieron un nivel de severidad notablemente bajo frente al avance del daño por *Spodoptera frugiperda*.

Figura 25.

*Representación gráfica de la severidad (%) del daño por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, nueve días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.*



La Figura 25 ilustra de forma comparativa la severidad del daño foliar causado por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, según los tratamientos evaluados, nueve días después de la aplicación. Se evidencia una marcada separación entre los grupos estadísticos establecidos por la prueba de Tukey, donde CONTRINO, KARATE® y LARVIN PLUS se posicionan con los niveles más bajos de daño (por debajo del 11 %), lo cual refleja su eficacia sostenida en la contención de la plaga.

Por otro lado, los tratamientos CIPERKLIN 25 y el testigo se destacan con los mayores porcentajes de severidad, superando el 22 % y 25 % respectivamente, lo que sugiere una progresión del daño en ausencia de un control eficaz. CAMPAL®, con un valor intermedio, mostró cierta capacidad de contención, aunque significativamente menor que los insecticidas más eficaces. En resumen, esta representación gráfica refuerza la eficacia diferenciada de los productos aplicados, resaltando el control superior logrado por aquellos con formulaciones de mayor persistencia y rápida acción.

6.1.3.4. Catorce días después de la aplicación

Tabla 43.

Severidad (%) del daño foliar causado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	18.33	17.78	18.33	20.56	75.00	18.75
CIPERKLIN 25	22.22	25.00	27.22	27.22	101.67	25.42
CONTRINO	7.78	8.33	9.44	8.33	33.89	8.47
KARATE®	10.00	10.00	8.89	10.00	38.89	9.72
LARVIN PLUS	11.11	10.56	12.78	13.33	47.78	11.94
Testigo	28.89	29.44	24.44	29.44	112.22	28.06
Total	98.33	101.11	101.11	108.89	409.44	17.06

Los resultados de severidad (%) fueron obtenidos del procesamiento de los datos originales presentados en el Cuadro 24 (catorce días después de la aplicación) del Anexo 3. Los cálculos se efectuaron conforme a la escala de Davis y Williams (1992) y la fórmula de Townsend y Heuberger (1943), promediando los valores de cuatro bloques experimentales.

Tabla 44.

Análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) para la severidad (%) del daño por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de tratamientos.

F.V.	GL	SC	CM	Valor F	p-Valor 0.05
Bloques	3	0.001707	0.000569	1.5500	0.2440 NS
Tratamientos	5	0.248552	0.049710	135.0200	<0.001 *
Error	15	0.005523	0.000368		
Total	23	0.255782		CV=	4.61%

Nota. NS = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 44 evidencia diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre los tratamientos en cuanto a la severidad del daño causado por *Spodoptera frugiperda*, catorce días después de la aplicación de los insecticidas. Este resultado confirma que el tipo de tratamiento influyó de manera directa en la progresión del daño foliar en las plantas evaluadas. Además, el coeficiente de variación (CV = 4.61 %) se encuentra dentro de los límites recomendables para ensayos en campo, lo que respalda la confiabilidad

de los datos registrados. Este comportamiento estadístico robustece la validez del experimento y reafirma que ciertos tratamientos ofrecieron una protección más eficaz y sostenida frente al avance de la plaga en el cultivo de maíz amarillo duro.

Tabla 45.

*Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la severidad (%) del daño causado por *Spodoptera frugiperda*, catorce días después de la aplicación de tratamientos en maíz amarillo duro.*

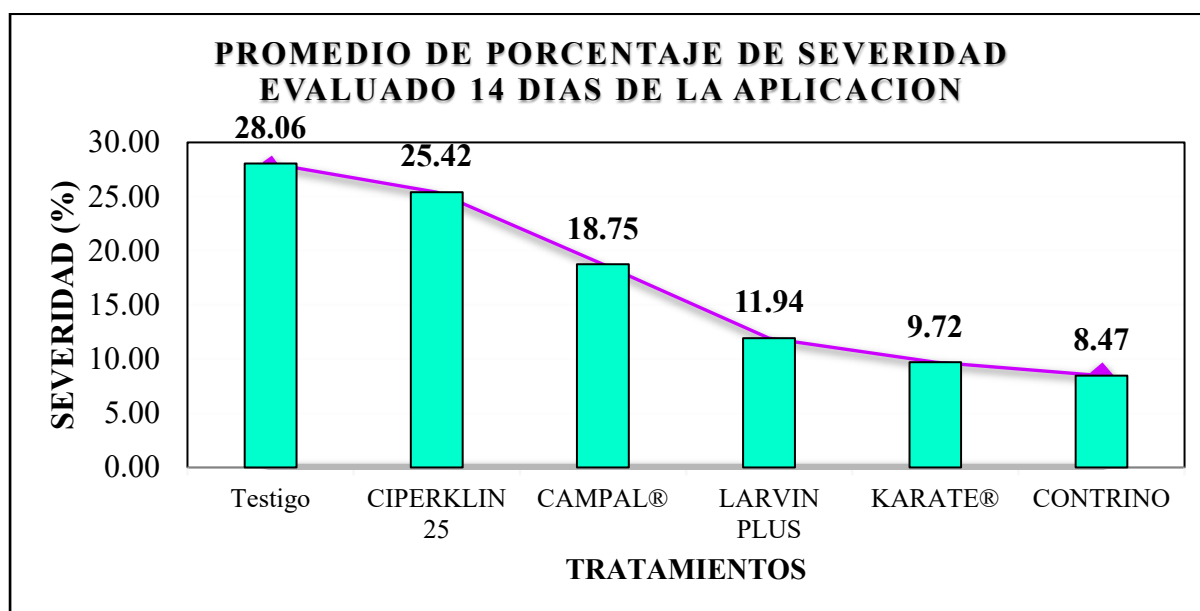
O.M.	Tratamientos	Media	Agrupación	
I	Testigo	28.06	a	
II	CIPERKLIN 25	25.42	a	
III	CAMPAL®	18.75	b	
IV	LARVIN PLUS	11.94	c	
V	KARATE®	9.72	c	d
VI	CONTRINO	8.47	d	

La Tabla 45 presenta los resultados de la prueba de Tukey para la severidad del daño causado por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de los tratamientos. El testigo sin control (28.06 %) y CIPERKLIN 25 (25.42 %) conformaron el grupo estadístico superior (a), evidenciando una mayor progresión del daño en el follaje. CAMPAL® (18.75 %) se posicionó en un grupo intermedio (b), indicando una reducción moderada en la severidad del ataque.

En contraste, los tratamientos LARVIN PLUS (11.94 %), KARATE® (9.72 %) y CONTRINO (8.47 %) conformaron los grupos inferiores (c y d), con diferencias estadísticamente significativas frente a los tratamientos menos eficaces. Estos tres productos demostraron un control más sostenido del daño foliar a lo largo del tiempo, limitando el avance de la plaga en los tejidos vegetales. Este patrón de respuesta sugiere que los insecticidas más eficaces lograron contener la severidad del daño, manteniéndola en niveles bajos, aspecto clave para preservar el área fotosintética del cultivo y evitar pérdidas en rendimiento.

Figura 26.

Representación gráfica de la severidad (%) del daño por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de tratamientos insecticidas.



La Figura 26 representa gráficamente la severidad del daño foliar causado por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro, catorce días después de la aplicación de los tratamientos, conforme a la prueba de Tukey. Se observa una separación clara entre los tratamientos evaluados: el testigo y CIPERKLIN 25 reflejaron los niveles más altos de daño acumulado, seguidos por CAMPAL® con una severidad intermedia.

En contraste, LARVIN PLUS, KARATE® y CONTRINO registraron las menores intensidades de daño, destacando por su capacidad de mantener estable el avance de la plaga. Este comportamiento reafirma la eficacia de estos insecticidas en el control sostenido de *Spodoptera frugiperda*, limitando su impacto sobre el follaje del cultivo durante los primeros 14 días posteriores a la aplicación.

Tabla 46.

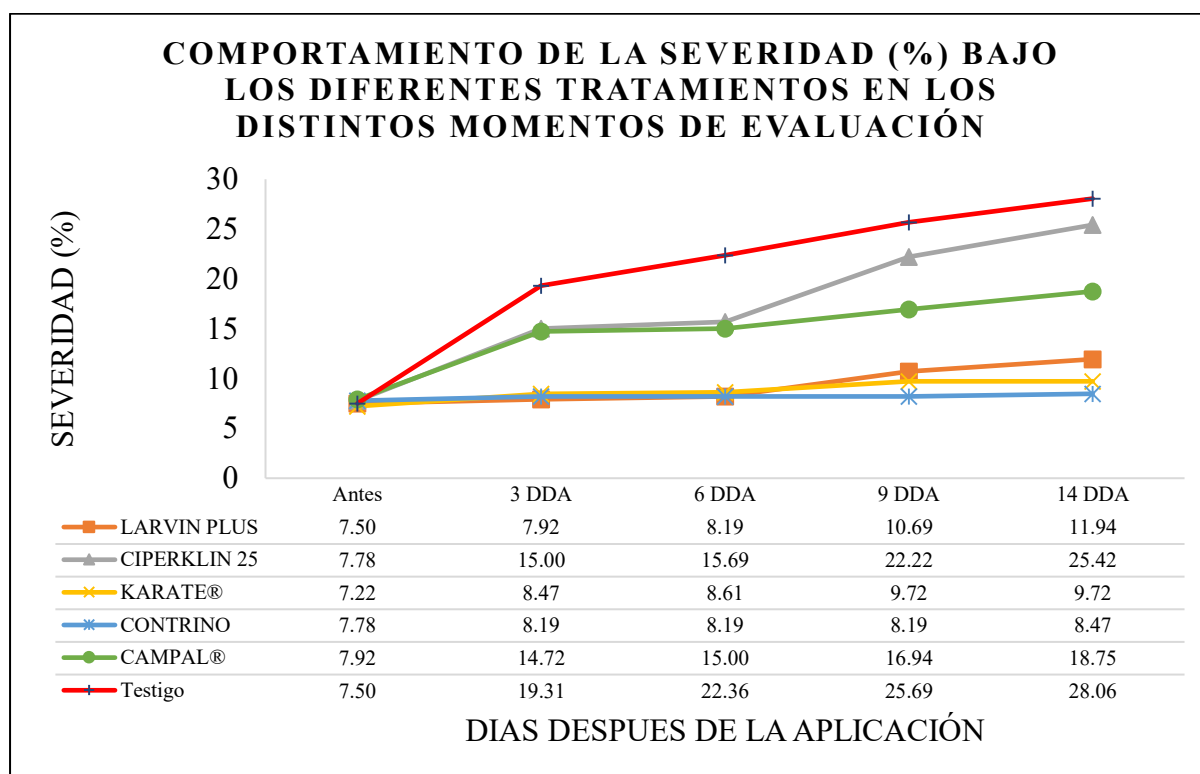
Severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, antes de la aplicación y en cuatro momentos de evaluación.

Tratamientos	Antes	3 DDA	6 DDA	9 DDA	14 DDA
LARVIN PLUS	7.50	7.92	8.19	10.69	11.94
CIPERKLIN 25	7.78	15.00	15.69	22.22	25.42
KARATE®	7.22	8.47	8.61	9.72	9.72
CONTRINO	7.78	8.19	8.19	8.19	8.47
CAMPAL®	7.92	14.72	15.00	16.94	18.75
Testigo	7.50	19.31	22.36	25.69	28.06

La Tabla 46 presenta la evolución de la severidad (%) del daño ocasionado por *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, antes y después de la aplicación de los insecticidas. Inicialmente (día 0), todos los tratamientos mostraron valores similares (7–8 %), lo que refleja condiciones homogéneas de infestación en el ensayo. A los 14 DDA, el testigo alcanzó el nivel más alto de severidad (28.06 %), seguido por Ciperklin 25 (25.42 %) y Campal® (18.75 %), evidenciando una progresión constante del daño en ausencia de control o con insecticidas de menor eficacia. En contraste, los tratamientos Contrino (8.47 %), Karate® (9.72 %) y Larvin Plus (11.94 %) lograron contener la severidad en niveles bajos, con incrementos mínimos respecto a la línea de base, lo que confirma su capacidad para frenar la progresión del daño foliar.

Figura 27.

Comportamiento de la severidad (%) del daño foliar bajo los diferentes tratamientos en los distintos momentos de evaluación.



La Figura 27 grafica el comportamiento de la severidad a lo largo de las evaluaciones. Se observa un incremento pronunciado y sostenido en el testigo, que alcanza casi el 30 % a los 14 DDA, reflejando la agresividad de la plaga sin intervención. Ciperklin 25 y Campal® también muestran una curva ascendente, aunque ligeramente más contenida que el testigo, confirmando su limitada efectividad. En contraste, Contrino, Karate® y Larvin Plus mantienen curvas prácticamente planas, con aumentos muy reducidos, lo que evidencia una notable capacidad de protección del follaje frente al daño progresivo de *Spodoptera frugiperda*.

Tanto la Tabla 46 como la Figura 27 evidencian que los insecticidas Contrino, Karate® y Larvin Plus fueron los más efectivos en limitar la severidad del daño, manteniéndola entre 8 y 12 % hasta el final de la evaluación. En contraste, Campal® y especialmente Ciperklin 25 permitieron un aumento considerable de severidad, acercándose al comportamiento del testigo. Estos resultados confirman que solo ciertos insecticidas, además de reducir la incidencia,

logran frenar efectivamente el avance del deterioro foliar, constituyéndose en herramientas más confiables para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro.

6.2. DISCUSION

6.2.1. Eficacia

El análisis de la variable eficacia permitió evaluar con precisión el nivel de control que ejercieron los tratamientos insecticidas sobre las poblaciones larvales de *Spodoptera frugiperda* en condiciones de campo. A lo largo de las cuatro fechas de evaluación (3, 6, 9 y 14 días después de la aplicación), se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Tablas 13, 16, 19 y 22), lo que evidenció que el grado de control de la plaga fue dependiente del producto utilizado.

Desde la primera evaluación, se destacó el comportamiento de LARVIN PLUS, CONTRINO y KARATE®, cuyos porcentajes de eficacia superaron el 80 % y se mantuvieron estables a lo largo del tiempo. Al día 14, LARVIN PLUS alcanzó un 100.00 % de eficacia, seguido por CONTRINO (98.80 %) y KARATE® (92.31 %), consolidándose como los tratamientos con mayor capacidad de control sostenido. En contraste, CAMPAL® y CIPERKLIN 25 mostraron eficacias más limitadas, con valores promedio entre 34 % y 46 %, mientras que el testigo se mantuvo en 0.00 % durante todo el ensayo

Las pruebas de Tukey (Tablas 14, 17, 20 y 23) confirmaron la separación estadística de estos tratamientos en tres grupos claramente definidos: productos de alta eficacia (grupo “a”), de eficacia intermedia (grupo “b” o “c”), y el grupo sin control (testigo). Esta segmentación estadística refuerza el argumento de que no todos los insecticidas ofrecen el mismo nivel de control frente a una plaga tan agresiva como *Spodoptera frugiperda*. Además, los coeficientes de variación –que oscilaron entre 17.10 % y 5.99 %– se mantuvieron dentro de los rangos aceptables para ensayos de campo, lo que respalda la precisión de los resultados obtenidos.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por **Quispe Zárate (2011)**, quien encontró eficacias iniciales superiores al 90 % con Clorpirifos, aunque con una pérdida progresiva de efecto hacia el día 14, cuando se redujo por debajo del 63 %. A diferencia de ese comportamiento decreciente, los productos evaluados en el presente estudio –especialmente LARVIN PLUS y CONTRINO– demostraron una persistencia destacable. Por su parte, **Ojeda D’Ugard (2018)** observó un patrón similar con Spinetoram y Chlorantraniliprole, eficaces en los primeros días, pero con pérdida progresiva de control al cabo de dos semanas. Este contraste subraya la ventaja comparativa de los tratamientos seleccionados en esta tesis.

Desde el punto de vista del control entomológico, la elevada eficacia observada en LARVIN PLUS y CONTRINO se asocia a su acción rápida por contacto e ingestión, que genera una parálisis irreversible del sistema nervioso de las larvas en las primeras 72 horas. Esta respuesta fisiológica, combinada con una buena cobertura foliar y una formulación estable bajo condiciones tropicales, permitió mantener una supresión eficiente de la plaga durante todo el período de evaluación.

En resumen, la evaluación de la eficacia como indicador de control permitió confirmar que no todos los productos ofrecen la misma respuesta en campo. Los insecticidas LARVIN PLUS, CONTRINO y KARATE® demostraron un control sostenido y eficaz de *Spodoptera frugiperda*, superando significativamente a los demás tratamientos y validando su inclusión como herramientas confiables dentro de estrategias de manejo integrado de plagas para el cultivo de maíz amarillo duro.

6.2.2. Incidencia

El análisis de la variable incidencia permitió interpretar, con claridad, el nivel de control sostenido que ejercieron los tratamientos insecticidas frente a *Spodoptera frugiperda* a lo largo del tiempo. A diferencia de otras variables, la incidencia mide una condición irreversible: una vez que una planta muestra signos de infestación larval, su estatus como afectada se mantiene,

sin posibilidad de revertirse. Por este motivo, su evaluación progresiva a los 3, 6, 9 y 14 días después de la aplicación (DDA), fue fundamental para comprender el alcance real del control ejercido por cada producto.

Los resultados fueron contundentes. Los tratamientos con LARVIN PLUS, CONTRINO y KARATE® mostraron una capacidad clara de contención del avance de la plaga. Desde el tercer día y hasta el final del monitoreo, conservaron niveles bajos de incidencia, manteniéndose dentro de los grupos estadísticos inferiores en todas las pruebas de Tukey (Tablas 25, 28, 31 y 34). Esto no solo sugiere una acción inmediata sobre las larvas presentes, sino también una protección residual que limitó nuevas infestaciones en los días posteriores. Al día 14, sus promedios no superaron el 42 %, frente al 75 % registrado en el testigo, lo que confirma una diferencia marcada en el comportamiento de los tratamientos.

Por el contrario, los productos CIPERKLIN 25 y CAMPAL®, si bien lograron una leve reducción inicial, no evitaron que la incidencia aumentara conforme avanzó el tiempo. Esto indica una menor eficacia sostenida en el control de la plaga. Este comportamiento también ha sido observado en investigaciones similares, como la realizada por Chango (2012), quien reportó valores cercanos al 33 % con Larvin a los 60 días de crecimiento del cultivo, coincidiendo con la tendencia encontrada aquí para LARVIN PLUS.

A lo largo de todas las evaluaciones, los análisis de varianza revelaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$), y el coeficiente de variación (CV) se mantuvo dentro de los márgenes aceptables para ensayos de campo incluso por debajo del 10 % en algunos casos, lo cual respalda la validez de los datos y la precisión del diseño experimental empleado.

En definitiva, el comportamiento progresivo de la variable incidencia permitió identificar con claridad qué tratamientos ofrecieron un control real y sostenido sobre *Spodoptera frugiperda*. Aquellos productos que lograron estabilizar los niveles de infestación

desde los primeros días fueron también los que demostraron mayor eficiencia en evitar la propagación de la plaga, un aspecto clave cuando se busca minimizar pérdidas en un cultivo altamente susceptible como el maíz. Estos hallazgos refuerzan la importancia de elegir insecticidas no solo por su impacto inmediato, sino por su capacidad de protección a lo largo del ciclo de infestación.

6.2.3. Severidad

La evaluación de la variable severidad permitió interpretar el grado de daño foliar causado por *Spodoptera frugiperda* a lo largo del ensayo, considerando que esta es una condición irreversible: una vez que una planta presenta daño, este no puede revertirse, por lo que su evolución refleja directamente la eficacia del tratamiento aplicado. Las evaluaciones se realizaron a los 3, 6, 9 y 14 días después de la aplicación (DDA), partiendo de una línea base común en todas las unidades experimentales, como se detalla en los anexos.

En todas las fechas de evaluación, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Tablas 39, 42, 45 y 48), con coeficientes de variación (CV) que oscilaron entre 5.37 % y 4.61 %, lo que garantiza alta precisión y confiabilidad de los resultados en condiciones de campo. Este comportamiento estadístico refleja que el tipo de insecticida aplicado influyó directamente en la evolución del daño foliar.

Desde el primer muestreo (DDA 3), los tratamientos LARVIN PLUS, CONTRINO y KARATE® mostraron los valores más bajos de severidad, manteniéndose en promedio por debajo del 9 %, mientras que el testigo presentó un daño promedio de 19.31 % . Esta tendencia se mantuvo a lo largo de las cuatro evaluaciones, destacando el control sostenido de estos tres productos. Al día 14, LARVIN PLUS reportó una severidad de 11.94 %, CONTRINO de 8.47 % y KARATE® de 9.72 %, en contraste con el testigo, que alcanzó un 28.06 %, evidenciando la persistencia de la eficacia de estos tratamientos.

La prueba de Tukey (Tablas 40, 43, 46 y 49) confirmó la existencia de tres grupos diferenciados: uno con severidad alta (testigo, CIPERKLIN 25 y CAMPAL®), otro intermedio (CAMPAL® en algunas fechas), y el grupo con menor severidad, conformado por LARVIN PLUS, CONTRINO y KARATE®, sin diferencias significativas entre ellos. Esta clasificación permite distinguir con claridad qué productos ofrecieron un control más efectivo del daño larval.

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con lo reportado por **Chango (2012)**, quien encontró que la aplicación del insecticida Larvin en maíz redujo la severidad hasta un 10.68 %, cifra muy similar a los resultados obtenidos con LARVIN PLUS en el presente estudio. De igual forma, **Litardo Mora (2019)** observó reducciones notables de severidad con el uso de productos como Clorpirifos y Lambdacialotrina, lo que respalda la eficacia de los ingredientes activos que actúan por contacto e ingestión, tal como ocurre con los tratamientos más eficaces en este ensayo.

Desde el punto de vista del manejo integrado, una menor severidad no solo indica que el daño visible fue limitado, sino que también refleja la capacidad del producto para detener la actividad alimenticia de las larvas, proteger el área foliar funcional de la planta y, en consecuencia, preservar su potencial fisiológico y rendimiento. Esta respuesta es esencial en etapas críticas del desarrollo del maíz, donde una alta severidad puede comprometer severamente el rendimiento del cultivo.

En conclusión, la variable severidad permitió identificar con claridad que los insecticidas LARVIN PLUS, CONTRINO y KARATE® ejercieron un control superior del daño foliar provocado por *Spodoptera frugiperda*. Su desempeño constante a lo largo del experimento los posiciona como herramientas efectivas en el control de esta plaga, brindando protección sostenida en condiciones de alta presión biótica. Estos hallazgos reafirman su utilidad dentro de estrategias de manejo integrado en el cultivo de maíz amarillo duro.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que los insecticidas ejercieron un efecto significativo sobre la mortalidad de larvas de *Spodoptera frugiperda*. El tratamiento LARVIN PLUS alcanzó el mayor valor de eficacia (100.00 %), seguido de CONTRINO (98.80 %) y KARATE® (92.31 %), superando ampliamente al testigo. Este resultado demuestra que la aplicación de moléculas selectas y de acción rápida constituye una estrategia efectiva para el control poblacional del gusano cogollero en maíz, reduciendo el impacto de la plaga en el rendimiento del cultivo.
- Se determinó que los insecticidas contuvieron significativamente la incidencia de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda*. Los tratamientos KARATE® y CONTRINO mostraron los valores más bajos (37.50 %), seguidos de LARVIN PLUS (41.25 %), en contraste con el testigo, que alcanzó un 75.00 % de incidencia (referido en base a 20 plantas evaluadas). Estos resultados confirman que el uso de insecticidas de alta eficacia permite contener el avance de la plaga, disminuyendo la presión poblacional y limitando su propagación dentro del campo de maíz.
- Se determinó que los insecticidas influyeron de manera significativa y positiva en la reducción de la severidad del daño (referido en base a 20 plantas evaluadas), ocasionado por *Spodoptera frugiperda*. CONTRINO registró el menor valor (8.47 %), seguido de KARATE® (9.72 %) y LARVIN PLUS (11.94 %), mientras que el testigo alcanzó 28.06 %. Este resultado evidencia que los tratamientos más efectivos no solo controlaron la plaga, sino que también contuvieron el daño foliar, asegurando mejores condiciones fisiológicas para el desarrollo del cultivo.

7.2. RECOMENDACIONES

- 1. Para productores de maíz amarillo duro de la selva alta:** Se recomienda priorizar la utilización de insecticidas con alta eficacia comprobada, como LARVIN PLUS, CONTRINO y KARATE®, los cuales alcanzaron valores superiores al 90 % de control y redujeron significativamente la incidencia y severidad del daño. Su aplicación debe considerarse como parte de un programa integral de manejo del gusano cogollero.
- 2. Para productores y técnicos agrícolas:** Se recomienda realizar un monitoreo constante del cultivo, evaluando periódicamente la incidencia de daño en cogollo y la densidad larval. Se sugiere aplicar los insecticidas cuando la infestación supere el 20 % de plantas afectadas (umbral económico de intervención), preferentemente en estados vegetativos intermedios (V4–V6), donde la plaga ocasiona mayores pérdidas.
- 3. Para técnicos y profesionales del manejo fitosanitario:** Se recomienda implementar la rotación de ingredientes activos pertenecientes a diferentes grupos químicos, con el fin de evitar el desarrollo de resistencia de *Spodoptera frugiperda*. Esta estrategia contribuye a la sostenibilidad del control químico y a la prolongación de la eficacia de los insecticidas.
- 4. Para programas de extensión agraria e instituciones como SENASA:** Se recomienda promover la integración del control químico dentro de un programa de manejo integrado de plagas (MIP), incorporando prácticas culturales como la eliminación de rastrojos, la siembra escalonada y el uso de trampas con feromonas para el monitoreo poblacional.
- 5. Para investigadores y entidades académicas:** Se recomienda validar los resultados obtenidos en otros sectores maiceros de la provincia de La Convención, considerando diferentes condiciones edafoclimáticas y épocas de siembra, con la finalidad de generar recomendaciones más robustas y aplicables a distintos contextos productivos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Andújar, A., Barranco, P., Belda, J. E., Cabello, T., & Carreño, R. (1997). Análisis de eficacia de productos fitosanitarios. *Phytoma España*(92), 40-50.<https://doi.org/www.researchgate.net/publication/256445492>
- Bayer S.A. (2020). *Ficha técnica: Larvin® Plus*. Retrieved 21 de Febrero de 2025, from www.bayer.com.pe: https://www.agro.bayer.pe/es-pe/productos/product-details.html/insecticide/larvin_plus.html
- Capinera, J. L. (2000). *Gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (*Insecta: Lepidoptera: Noctuidae*). Gainesville, EE. UU.: Universidad de Florida, Instituto de Ciencias Agrícolas y Alimentarias (UF/IFAS).
- Casmuz, A. S., Vera, M. V., Fadda, L. A., Valdez Quiroga, C. F., Díaz Arnijas, G. H., Villafañe, D. A., Gastaminza, G. A. (2021). Manejo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz: tratamiento de semillas y momento de aplicación de los insecticidas. *Sección Zoología Agrícola*, 77-82. <https://www.eeaoc.gob.ar/wp-content/uploads/2021/06/libro-maiz-baja-87-98.pdf>
- Chango Amaguaña, L. I. (2012). *Control del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/16839902-295c-4fbf-8be1-3da8e11bb8aa/content>
- Cisneros, F. H. (1992). *El manejo integrado de plagas*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (Perú).
- Davis, F. M., & Williams, W. P. (1992). *Isual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm*. Mississippi, EE. UU.: Agricultural and Forestry Experiment Station.

- Díaz Romero, E. E. (2018). *Compatibilidad del control químico y biológico sobre larvas de Spodoptera frugiperda (JE Smith) bajo condiciones de laboratorio*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/handle/123456789/45105>
- FAO. (2017). *Nota informativa de la FAO sobre el gusano cogollero de maíz en Africa*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Hortus S.A.C. (2023). *Ficha técnica: Contrino*. Retrieved 21 de Febrero de 2025, from www.hortus.com.pe:https://www.hortus.com.pe/detalle-producto/insecticidas/contrino?srsltid=AfmBOoo4-iSGNgzwFshYdYkfQjP9UCRe4giDFcmRFP2yi6f-3GTQg9RO
- Hruska, A. J. (2019). Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) management by smallholders. *CAB Reviews*, 14(043), 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201914043>
- Hruska, A. J., & Gould, F. (1997). Gusano cogollero (Lepidoptera: Noctuidae) y Diatraea lineolata (Lepidoptera: Pyralidae): Impacto del nivel de población de larvas y ocurrencia temporal en el rendimiento de maíz en Nicaragua. *Revista de Entomología Económica*, 90(2), 611-622.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. (2022). *Guía técnica para la obtención de semilla de variedades de polinización libre e híbridos de maíz, en condiciones de selva*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Jiménez Martínez, E., & Rodríguez, F. O. (2014). *Insectos plagas de cultivos en Nicaragua* (1a ed.). Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2700/1/NH10J61ip.pdf>

- Kumbhar, R. A. (2019). *Situación actual y manejo del gusano cogollero en la India*. Research Gate.
- LIMAGRAIN. (2021). *Guía de manejo: Spodoptera frugiperda, gusano cogollero en maíz*. Buenos Aires, Argentina: Limagrain Argentina. <https://www.lgsemillas.com/ensayos/Informe-Tecnico-N6-LG-Semillas.pdf>
- Litardo Mora, L. P. (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*. Quevedo – Los Ríos, Ecuador : Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstreams/3b53f799-c69b-4b18-a6ba-56884b140c28/download>
- Midagri. (2024). *Boletín Cuatrimestral N.º 01 – Observatorio de Commodities: Maíz amarillo duro*. Lima, Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - Midagri.
- Molina Ochoa, J., Carpenter, J. E., Heinrichs, E. A., & Foster, J. E. (2003). Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean Basin: An inventory. *Florida Entomologist*, 86(3), 256-289. [https://doi.org/https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2003\)086\[0254:PAPOSF\]2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.1653/0015-4040(2003)086[0254:PAPOSF]2.0.CO;2)
- Neoagrum S.A.C. (2022). *Ficha técnica: CAMPAL® Plus 100 EC*. Retrieved 21 de Febrero de 2025, from <https://neoagrum.com.pe/detalle/19/campal-plus-100-ec>:<https://www.neoagrum.com>
- Ojeda D'Ugard, R. A. (2018). *Insecticidas para el control de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) en maíz (Zea mays L.) en La Molina*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3420>
- Oñate Zúñiga, L. A. (2015). *Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (Zea mays) var. Blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2022). *Guía de condición de plagas Comprensión de los principales requisitos para la determinación de la condición de una plaga*. Roma, Italia: FAO. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/cb6103es>
- Paliwal, R. L. (2001). *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. <https://doi.org/fao.org/4/x7650s/x7650s00.htm#toc>
- Parco Quinchori, J. A. (2019). *Efecto de entomopatogenos en el control de acaros (Oligonychus sp.) en el cultivo de palto (Persea americana Mill) en el CIFO-UNHEVAL, 2018*. Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizan. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/4992>
- Quispe Zarate, H. E. (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)*. El Mantaro, Jauja-Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/327>
- Ritchie, S. W., & Hanway, J. J. (1982). *Cómo se desarrolla una planta de maíz. Informe especial n.º 48*. Universidad Estatal de Ciencia y Tecnología de Iowa. Servicio de Extensión Cooperativa.
- Rugama Arauz, J. L., Zamora Pérez, J. I., & Sequeira Diaz, H. R. (2024). *Manual para el control del gusano cogollero Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz Zea mays*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/renh10r928.pdf>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA]. (2014). *Manual de producción y uso de hongos entomopatógenos. Laboratorio de entomopatógenos*. Lima, Perú: MINAGRI.

- SIMA. (2025). *Incidencia-y-severidad-en-cultivos*. Retrieved 22 de Febrero de 2025, from <https://blog.sima.ag/2023/incidencia-y-severidad-en-cultivos/>
- Sistema Integrado de Información Taxonómica [ITIS]. (2025). *Zea mays (L.) Merr. Número de serie taxonómico: 117472*. Gobierno de los Estados Unidos. Retrieved 20 de Febrero de 2025, from https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=117472
- Sistema Integrado de Información Taxonómica [ITIS]. (2025). *Zea mays (L.) Merr. Número de serie taxonómico: 42269*. Gobierno de los Estados Unidos. Retrieved 19 de Febrero de 2025, from https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=42269#null
- Supartha, I., Susila, I., Sunari, A., Febri Mahaputra, I. G., Wisma Yudha, I., & Wiradana, P. A. (2021). Damage characteristics and distribution patterns of invasive pest, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on maize crop in Bali, Indonesia. *Bioversitas*, 22(6), 3378-3389. <https://www.researchgate.net/publication/352375782>
- Syngenta. (2023). *Ficha técnica: Karate con Tecnología Zeon®*. Retrieved 21 de Febrero de 2025, from www.syngenta.com.pe: <https://www.syngenta.com.ar/product/crop-protection/insecticida/karate-zeon>
- Townsend, G. R., & Heuberger, J. W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*(27), 340–343.
- TQC S.A. (2024). *Ficha técnica de Ciperklin 25*. Retrieved 21 de Febrero de 2025, from Tecnología Química y Comercio S.A.: <https://tqc.com.pe/producto/cyperklin-25/>
- Urretabizkaya, N. (2018). *Manejo Integrado de plagas asociadas al cultivo de maíz: Estrategias de control*. Lomas de Zamora, Argentina: Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Wilkes, H. G. (1989). *Maize: Domestication, racial evolution and spread*. (D. Harris, & G. Hillman, Edits.) London, Unwin Hyman: Forage and farming.

Wilkes, H., & Goodman, M. (1995). *Mystery and missing links: the origin of maize*. Mexico, DF: CIMMYT.

ANEXOS

Anexo 1.

Cuadros ordenados tomados de los resultados de campo para los cálculos de eficacia

Cuadro 1.

Datos originales para eficacia (*n*° de larvas vivas en 20 plantas centrales) por tratamiento: línea de base (05/02/2025) y cuatro fechas posteriores (3, 6, 9 y 14 DDA).

Bloques	Tratamientos	Momentos de evaluación				
		Antes	Día 3 (Nf 3)	Día 6 (Nf 6)	Día 9 (Nf 9)	Día 14 (Nf 14)
I	CAMPAL®	15	8	10	10	13
	CIPERKLIN 25	16	12	12	12	16
	CONTRINO	15	0	0	0	0
	KARATE®	18	2	2	2	2
	LARVIN PLUS	15	2	2	0	0
	Testigo	17	18	20	21	26
II	CAMPAL®	15	10	10	12	15
	CIPERKLIN 25	14	9	11	11	14
	CONTRINO	15	3	2	1	0
	KARATE®	15	2	2	2	2
	LARVIN PLUS	15	3	1	1	0
	Testigo	18	21	21	21	28
III	CAMPAL®	16	11	11	11	11
	CIPERKLIN 25	16	10	10	13	13
	CONTRINO	17	2	2	0	0
	KARATE®	15	0	0	2	2
	LARVIN PLUS	18	5	3	0	0
	Testigo	19	19	24	24	27
IV	CAMPAL®	17	9	9	9	13
	CIPERKLIN 25	17	12	12	12	14
	CONTRINO	15	1	1	1	1
	KARATE®	13	4	1	1	1
	LARVIN PLUS	15	2	0	0	0
	Testigo	18	17	19	22	25

Cuadro 2.

Eficacia (%) a tres días después de la aplicación por tratamiento, calculada con Henderson–Tilton (1955).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	49.63	46.03	34.39	40.00	170.05	42.51
CIPERKLIN 25	29.17	44.90	37.50	25.26	136.82	34.21
CONTRINO	100.00	82.86	88.24	92.94	364.03	91.01
KARATE®	89.51	88.57	100.00	67.42	345.50	86.37
LARVIN PLUS	87.41	82.86	72.22	85.88	328.37	82.09
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	355.71	345.22	332.34	311.50	1344.77	56.03

Cuadro 3.

Eficacia (%) a seis días después de la aplicación por tratamiento, calculada con Henderson–Tilton (1955).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	43.33	46.03	48.06	46.32	183.74	45.93
CIPERKLIN 25	36.25	32.65	50.52	33.13	152.55	38.14
CONTRINO	100.00	88.57	90.69	93.68	372.94	93.24
KARATE®	90.56	88.57	100.00	92.71	371.84	92.96
LARVIN PLUS	88.67	94.29	86.81	100.00	369.76	92.44
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	358.81	350.11	376.07	365.84	1450.83	60.45

Cuadro 4.

Eficacia (%) a nueve días después de la aplicación por tratamiento, calculada con Henderson–Tilton (1955).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	46.03	35.24	48.06	53.64	182.96	45.74
CIPERKLIN 25	39.29	32.65	35.68	42.25	149.86	37.47
CONTRINO	100.00	94.29	100.00	94.55	388.83	97.21
KARATE®	91.01	88.57	89.44	93.71	362.73	90.68
LARVIN PLUS	100.00	94.29	100.00	100.00	394.29	98.57
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	376.32	345.03	373.18	384.13	1478.67	61.61

Cuadro 5.

Eficacia (%) a catorce días después de la aplicación por tratamiento, calculada con Henderson–Tilton (1955).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	43.33	39.29	53.83	41.07	177.51	44.38
CIPERKLIN 25	34.62	35.71	42.82	40.71	153.86	38.46
CONTRINO	100.00	100.00	100.00	95.20	395.20	98.80
KARATE®	92.74	91.43	90.62	94.46	369.24	92.31
LARVIN PLUS	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	370.68	366.43	387.27	371.43	1495.81	62.33

Anexo 2.

Cuadros ordenados tomados de los resultados de campo para incidencia

Cuadro 6.

Datos originales de incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, antes de la aplicación de los tratamientos insecticidas.

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																		Suma de plantas afectadas	Plantas evaluadas	Incidencia (%)		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				19	20
I	CAMPAL®	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	7	20	35.00
	CIPERKLIN 25	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	6	20	30.00
	CONTRINO	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	7	20	35.00
	KARATE®	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	7	20	35.00
	LARVIN PLUS	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	7	20	35.00
	Testigo	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	6	20	30.00	
II	CAMPAL®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	7	20	35.00
	CIPERKLIN 25	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	7	20	35.00
	CONTRINO	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	7	20	35.00
	KARATE®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	6	20	30.00
	LARVIN PLUS	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	6	20	30.00
	Testigo	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	7	20	35.00
III	CAMPAL®	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	7	20	35.00
	CIPERKLIN 25	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	7	20	35.00
	CONTRINO	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	7	20	35.00
	KARATE®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	6	20	30.00
	LARVIN PLUS	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5	20	25.00
	Testigo	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	7	20	35.00
IV	CAMPAL®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	6	20	30.00
	CIPERKLIN 25	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	5	20	25.00
	CONTRINO	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	7	20	35.00
	KARATE®	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	6	20	30.00
	LARVIN PLUS	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7	20	35.00
	Testigo	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	6	20	30.00

Cuadro 7.

Resumen de incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, antes de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	35.00	35.00	35.00	30.00	135.00	33.75
CIPERKLIN 25	30.00	35.00	35.00	25.00	125.00	31.25
CONTRINO	35.00	35.00	35.00	35.00	140.00	35.00
KARATE®	35.00	30.00	30.00	30.00	125.00	31.25
LARVIN PLUS	35.00	30.00	25.00	35.00	125.00	31.25
Testigo	30.00	35.00	35.00	30.00	130.00	32.50
Total	200.00	200.00	195.00	185.00	780.00	32.50

Cuadro 8.

Datos originales de incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, tres días después de la aplicación.

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																		Suma de plantas afectadas	Plantas evaluadas	Incidencia (%)		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				19	20
I	CAMPAL®	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	11	20	55.00
	CIPERKLIN 25	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	11	20	55.00
	CONTRINO	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	7	20	35.00
	KARATE®	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	8	20	40.00
	LARVIN PLUS	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	7	20	35.00
	Testigo	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	12	20	60.00
II	CAMPAL®	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	10	20	50.00
	CIPERKLIN 25	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	11	20	55.00
	CONTRINO	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	7	20	35.00
	KARATE®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	6	20	30.00
	LARVIN PLUS	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	6	20	30.00
	Testigo	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	12	20	60.00
III	CAMPAL®	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	11	20	55.00
	CIPERKLIN 25	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	10	20	50.00
	CONTRINO	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	9	20	45.00
	KARATE®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	6	20	30.00
	LARVIN PLUS	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5	20	25.00
	Testigo	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	12	20	60.00
IV	CAMPAL®	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	10	20	50.00	
	CIPERKLIN 25	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	9	20	45.00
	CONTRINO	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	7	20	35.00
	KARATE®	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	8	20	40.00
	LARVIN PLUS	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7	20	35.00
	Testigo	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	11	20	55.00

Cuadro 9. Resumen de incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, tres días después de la aplicación.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	55.00	50.00	55.00	50.00	210.00	52.50
CIPERKLIN 25	55.00	55.00	50.00	45.00	205.00	51.25
CONTRINO	35.00	35.00	45.00	35.00	150.00	37.50
KARATE®	40.00	30.00	30.00	40.00	140.00	35.00
LARVIN PLUS	35.00	30.00	25.00	35.00	125.00	31.25
Testigo	60.00	60.00	60.00	55.00	235.00	58.75
Total	280.00	260.00	265.00	260.00	1065.00	44.38

Cuadro 10.

Datos originales de incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, seis días después de la aplicación.

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																			Suma de plantas afectadas	Plantas evaluadas	Incidencia (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				20
I	CAMPAL®	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	11	20	55.00
	CIPERKLIN 25	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	12	20	60.00
	CONTRINO	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	7	20	35.00
	KARATE®	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	9	20	45.00
	LARVIN PLUS	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	7	20	35.00
	Testigo	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	13	20	65.00
II	CAMPAL®	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	10	20	50.00
	CIPERKLIN 25	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	12	20	60.00
	CONTRINO	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	7	20	35.00
	KARATE®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	6	20	30.00
	LARVIN PLUS	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	7	20	35.00
	Testigo	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	12	20	60.00
III	CAMPAL®	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	11	20	55.00
	CIPERKLIN 25	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	12	20	60.00
	CONTRINO	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	9	20	45.00
	KARATE®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	6	20	30.00
	LARVIN PLUS	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6	20	30.00
	Testigo	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	13	20	65.00
IV	CAMPAL®	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	11	20	55.00
	CIPERKLIN 25	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	9	20	45.00
	CONTRINO	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7	20	35.00
	KARATE®	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	8	20	40.00
	LARVIN PLUS	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7	20	35.00
	Testigo	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	13	20	65.00

Cuadro 11.

Resumen de incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, seis días después de la aplicación.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	55.00	50.00	55.00	55.00	215.00	53.75
CIPERKLIN 25	60.00	60.00	60.00	45.00	225.00	56.25
CONTRINO	35.00	35.00	45.00	35.00	150.00	37.50
KARATE®	45.00	30.00	30.00	40.00	145.00	36.25
LARVIN PLUS	35.00	35.00	30.00	35.00	135.00	33.75
Testigo	65.00	60.00	65.00	65.00	255.00	63.75
Total	295.00	270.00	285.00	275.00	1125.00	46.88

Cuadro 12. Datos originales de incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, nueve días después de la aplicación.

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																			Suma de plantas afectadas	Plantas evaluadas	Incidencia (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				20
I	CAMPAL®	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	11	20	55.00
	CIPERKLIN 25	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	12	20	60.00
	CONTRINO	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	7	20	35.00
	KARATE®	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	9	20	45.00
	LARVIN PLUS	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	8	20	40.00
	Testigo	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	14	20	70.00
II	CAMPAL®	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	11	20	55.00
	CIPERKLIN 25	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	12	20	60.00
	CONTRINO	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	7	20	35.00
	KARATE®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	7	20	35.00
	LARVIN PLUS	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	8	20	40.00
	Testigo	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	13	20	65.00
III	CAMPAL®	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	11	20	55.00
	CIPERKLIN 25	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	12	20	60.00	
	CONTRINO	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	9	20	45.00
	KARATE®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	6	20	30.00
	LARVIN PLUS	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	7	20	35.00
	Testigo	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	14	20	70.00
IV	CAMPAL®	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	12	20	60.00	
	CIPERKLIN 25	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	12	20	60.00	
	CONTRINO	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	7	20	35.00	
	KARATE®	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	8	20	40.00
	LARVIN PLUS	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	20	40.00
	Testigo	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	14	20	70.00	

Cuadro 13.

Datos originales de incidencia (%) de *Spodoptera frugiperda* en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, nueve días después de la aplicación.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	55.00	55.00	55.00	60.00	225.00	56.25
CIPERKLIN 25	60.00	60.00	60.00	60.00	240.00	60.00
CONTRINO	35.00	35.00	45.00	35.00	150.00	37.50
KARATE®	45.00	35.00	30.00	40.00	150.00	37.50
LARVIN PLUS	40.00	40.00	35.00	40.00	155.00	38.75
Testigo	70.00	65.00	70.00	70.00	275.00	68.75
Total	305.00	290.00	295.00	305.00	1195.00	49.79

Cuadro 14.

Datos originales de incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, catorce días después de la aplicación.

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas																			Suma de plantas afectadas	Plantas evaluadas	Incidencia (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				20
I	CAMPAL®	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	12	20	60.00
	CIPERKLIN 25	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	12	20	60.00
	CONTRINO	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	7	20	35.00
	KARATE®	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	9	20	45.00
	LARVIN PLUS	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	8	20	40.00
	Testigo	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	16	20	80.00
II	CAMPAL®	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	11	20	55.00
	CIPERKLIN 25	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	12	20	60.00
	CONTRINO	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	7	20	35.00
	KARATE®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	7	20	35.00
	LARVIN PLUS	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	8	20	40.00
	Testigo	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	15	20	75.00
III	CAMPAL®	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	11	20	55.00
	CIPERKLIN 25	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	12	20	60.00
	CONTRINO	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	9	20	45.00
	KARATE®	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	6	20	30.00
	LARVIN PLUS	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	8	20	40.00
	Testigo	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	14	20	70.00
IV	CAMPAL®	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	12	20	60.00
	CIPERKLIN 25	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	12	20	60.00
	CONTRINO	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	7	20	35.00
	KARATE®	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	8	20	40.00
	LARVIN PLUS	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	9	20	45.00
	Testigo	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	15	20	75.00

Cuadro 15. Resumen de incidencia (%) de Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, catorce días después de la aplicación.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	60.00	55.00	55.00	60.00	230.00	57.50
CIPERKLIN 25	60.00	60.00	60.00	60.00	240.00	60.00
CONTRINO	35.00	35.00	45.00	35.00	150.00	37.50
KARATE®	45.00	35.00	30.00	40.00	150.00	37.50
LARVIN PLUS	40.00	40.00	40.00	45.00	165.00	41.25
Testigo	80.00	75.00	70.00	75.00	300.00	75.00
Total	320.00	300.00	300.00	315.00	1235.00	51.46

Anexo 3.

Cuadros ordenados tomados de los resultados de campo para severidad.

Cuadro 16.

Datos originales de severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, antes de la aplicación de los tratamientos.

Bloque	Tratamiento	ESCALA										$\Sigma(n \times v)$	N (plantas)	CM	Severidad (%)
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
I	CAMPAL®	13	2	2	3	0	0	0	0	0	0	15	20	9	8.33
	CIPERKLIN 25	14	2	2	1	1	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	CONTRINO	13	2	3	2	0	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	13	3	2	2	0	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	LARVIN PLUS	13	3	1	2	1	0	0	0	0	0	15	20	9	8.33
	Testigo	14	2	1	3	0	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
II	CAMPAL®	13	3	1	2	1	0	0	0	0	0	15	20	9	8.33
	CIPERKLIN 25	13	2	2	3	0	0	0	0	0	0	15	20	9	8.33
	CONTRINO	13	4	0	2	1	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	14	3	0	2	1	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	LARVIN PLUS	14	2	1	3	0	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	Testigo	13	3	2	2	0	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
I	CAMPAL®	13	5	0	0	2	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	CIPERKLIN 25	13	4	0	2	1	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	CONTRINO	13	5	0	1	0	0	1	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	14	2	2	1	1	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	LARVIN PLUS	15	3	0	0	1	0	1	0	0	0	13	20	9	7.22
	Testigo	13	4	1	1	1	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
II	CAMPAL®	14	2	1	2	1	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	CIPERKLIN 25	15	2	0	2	0	0	1	0	0	0	14	20	9	7.78
	CONTRINO	13	4	0	2	1	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	14	4	1	0	0	0	0	1	0	0	13	20	9	7.22
	LARVIN PLUS	13	4	1	1	1	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	Testigo	14	3	0	2	0	0	1	0	0	0	15	20	9	8.33

Cuadro 17.

Resumen de severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, antes de la aplicación.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	8.33	8.33	7.22	7.78	31.67	7.92
CIPERKLIN 25	7.22	8.33	7.78	7.78	31.11	7.78
CONTRINO	7.78	7.78	7.78	7.78	31.11	7.78
KARATE®	7.22	7.22	7.22	7.22	28.89	7.22
LARVIN PLUS	8.33	7.22	7.22	7.22	30.00	7.50
Testigo	7.22	7.22	7.22	8.33	30.00	7.50
Total	46.11	46.11	44.44	46.11	182.78	7.62

Cuadro 18.

Datos originales de severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, tres días después de la aplicación.

Bloque	Tratamiento	ESCALA										$\Sigma(n \times v)$	N (plantas)	CM	Severidad (%)
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
I	CAMPAL®	9	3	3	4	0	1	0	0	0	0	26	20	9	14.44
	CIPERKLIN 25	9	3	3	2	2	1	0	0	0	0	28	20	9	15.56
	CONTRINO	13	2	3	2	0	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	12	3	2	2	1	0	0	0	0	0	17	20	9	9.44
	LARVIN PLUS	13	3	1	2	1	0	0	0	0	0	15	20	9	8.33
	Testigo	8	2	3	4	2	1	0	0	0	0	33	20	9	18.33
II	CAMPAL®	10	3	2	2	2	1	0	0	0	0	26	20	9	14.44
	CIPERKLIN 25	9	2	3	3	2	1	0	0	0	0	30	20	9	16.67
	CONTRINO	13	4	0	2	1	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	14	3	0	2	1	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	LARVIN PLUS	14	2	1	3	0	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	Testigo	8	3	2	2	2	1	2	0	0	0	38	20	9	21.11
III	CAMPAL®	9	6	1	0	3	1	0	0	0	0	25	20	9	13.89
	CIPERKLIN 25	10	5	1	2	1	1	0	0	0	0	22	20	9	12.22
	CONTRINO	11	5	1	2	1	0	0	0	0	0	17	20	9	9.44
	KARATE®	14	2	2	1	1	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	LARVIN PLUS	15	2	1	0	1	0	1	0	0	0	14	20	9	7.78
	Testigo	8	4	2	2	2	1	1	0	0	0	33	20	9	18.33
IV	CAMPAL®	10	2	3	2	1	1	1	0	0	0	29	20	9	16.11
	CIPERKLIN 25	11	2	1	3	1	1	1	0	0	0	28	20	9	15.56
	CONTRINO	13	4	0	2	1	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	12	4	2	1	0	0	0	1	0	0	18	20	9	10.00
	LARVIN PLUS	13	4	1	1	0	0	1	0	0	0	15	20	9	8.33
	Testigo	9	3	1	3	1	1	2	0	0	0	35	20	9	19.44

Cuadro 19.

Resumen de severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, tres días después de la aplicación.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	14.44	14.44	13.89	16.11	58.89	14.72
CIPERKLIN 25	15.56	16.67	12.22	15.56	60.00	15.00
CONTRINO	7.78	7.78	9.44	7.78	32.78	8.19
KARATE®	9.44	7.22	7.22	10.00	33.89	8.47
LARVIN PLUS	8.33	7.22	7.78	8.33	31.67	7.92
Testigo	18.33	21.11	18.33	19.44	77.22	19.31
Total	73.89	74.44	68.89	77.22	294.44	12.27

Cuadro 20.

Datos originales de severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, seis días después de la aplicación.

Bloque	Tratamiento	ESCALA										$\Sigma(n \times v)$	N (plantas)	CM	Severidad (%)
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
I	CAMPAL®	9	3	3	4	0	1	0	0	0	0	26	20	9	14.44
	CIPERKLIN 25	8	4	3	2	2	1	0	0	0	0	29	20	9	16.11
	CONTRINO	13	2	3	2	0	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	11	4	2	2	1	0	0	0	0	0	18	20	9	10.00
	LARVIN PLUS	13	3	1	2	1	0	0	0	0	0	15	20	9	8.33
	Testigo	7	2	3	4	2	1	1	0	0	0	39	20	9	21.67
II	CAMPAL®	10	3	2	2	2	1	0	0	0	0	26	20	9	14.44
	CIPERKLIN 25	8	3	3	3	2	1	0	0	0	0	31	20	9	17.22
	CONTRINO	13	4	0	2	1	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	14	3	0	2	1	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	LARVIN PLUS	13	3	1	3	0	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	Testigo	8	3	2	2	2	1	2	0	0	0	38	20	9	21.11
III	CAMPAL®	9	6	1	0	3	1	0	0	0	0	25	20	9	13.89
	CIPERKLIN 25	8	6	2	2	1	1	0	0	0	0	25	20	9	13.89
	CONTRINO	11	5	1	2	1	0	0	0	0	0	17	20	9	9.44
	KARATE®	14	2	2	1	1	0	0	0	0	0	13	20	9	7.22
	LARVIN PLUS	14	3	1	0	1	0	1	0	0	0	15	20	9	8.33
	Testigo	7	4	2	2	2	2	1	0	0	0	38	20	9	21.11
IV	CAMPAL®	9	2	4	2	1	1	1	0	0	0	31	20	9	17.22
	CIPERKLIN 25	11	2	1	3	1	1	1	0	0	0	28	20	9	15.56
	CONTRINO	13	4	0	2	1	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	12	4	2	1	0	0	0	1	0	0	18	20	9	10.00
	LARVIN PLUS	13	4	1	1	0	0	1	0	0	0	15	20	9	8.33
	Testigo	7	3	1	3	2	1	2	1	0	0	46	20	9	25.56

Cuadro 21.

Resumen de severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, seis días después de la aplicación.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	14.44	14.44	13.89	17.22	60.00	15.00
CIPERKLIN 25	16.11	17.22	13.89	15.56	62.78	15.69
CONTRINO	7.78	7.78	9.44	7.78	32.78	8.19
KARATE®	10.00	7.22	7.22	10.00	34.44	8.61
LARVIN PLUS	8.33	7.78	8.33	8.33	32.78	8.19
Testigo	21.67	21.11	21.11	25.56	89.44	22.36
Total	78.33	75.56	73.89	84.44	312.22	13.01

Cuadro 22.

Datos originales de severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, nueve días después de la aplicación.

Bloque	Tratamiento	ESCALA										$\Sigma(n \times v)$	N (plantas)	CM	Severidad (%)
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
I	CAMPAL®	9	3	3	4	0	1	0	0	0	0	26	20	9	14.44
	CIPERKLIN 25	8	4	2	1	1	1	2	1	0	0	39	20	9	21.67
	CONTRINO	13	2	3	2	0	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	11	4	2	2	1	0	0	0	0	0	18	20	9	10.00
	LARVIN PLUS	12	3	1	2	1	1	0	0	0	0	20	20	9	11.11
	Testigo	6	2	3	3	2	1	1	2	0	0	50	20	9	27.78
II	CAMPAL®	9	3	2	2	2	1	1	0	0	0	32	20	9	17.78
	CIPERKLIN 25	8	3	2	2	2	1	1	1	0	0	39	20	9	21.67
	CONTRINO	13	4	0	2	1	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	13	3	0	2	1	1	0	0	0	0	18	20	9	10.00
	LARVIN PLUS	12	3	1	3	0	1	0	0	0	0	19	20	9	10.56
	Testigo	7	3	2	2	2	1	1	2	0	0	46	20	9	25.56
III	CAMPAL®	9	6	1	0	2	1	1	0	0	0	27	20	9	15.00
	CIPERKLIN 25	8	5	1	1	1	1	1	2	0	0	39	20	9	21.67
	CONTRINO	11	5	1	2	1	0	0	0	0	0	17	20	9	9.44
	KARATE®	14	2	1	1	1	1	0	0	0	0	16	20	9	8.89
	LARVIN PLUS	13	3	1	1	1	0	1	0	0	0	18	20	9	10.00
	Testigo	6	4	2	2	2	2	2	0	0	0	44	20	9	24.44
IV	CAMPAL®	8	2	4	2	1	1	2	0	0	0	37	20	9	20.56
	CIPERKLIN 25	8	2	1	3	2	2	2	0	0	0	43	20	9	23.89
	CONTRINO	13	4	0	2	1	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	12	4	2	1	0	0	0	1	0	0	18	20	9	10.00
	LARVIN PLUS	12	4	1	1	0	1	1	0	0	0	20	20	9	11.11
	Testigo	6	3	1	3	2	2	1	1	0	0	45	20	9	25.00

Cuadro 23.

Resumen de severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, nueve días después de la aplicación.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	14.44	17.78	15.00	20.56	67.78	16.94
CIPERKLIN 25	21.67	21.67	21.67	23.89	88.89	22.22
CONTRINO	7.78	7.78	9.44	7.78	32.78	8.19
KARATE®	10.00	10.00	8.89	10.00	38.89	9.72
LARVIN PLUS	11.11	10.56	10.00	11.11	42.78	10.69
Testigo	27.78	25.56	24.44	25.00	102.78	25.69
Total	92.78	93.33	89.44	98.33	373.89	15.58

Cuadro 24.

Datos originales de severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, catorce días después de la aplicación.

Bloque	Tratamiento	ESCALA										$\Sigma(n \times v)$	N (plantas)	CM	Severidad (%)
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
I	CAMPAL®	8	3	3	4	0	1	0	1	0	0	33	20	9	18.33
	CIPERKLIN 25	8	4	2	1	1	1	1	2	0	0	40	20	9	22.22
	CONTRINO	13	2	3	2	0	0	0	0	0	0	14	20	9	7.78
	KARATE®	11	4	2	2	1	0	0	0	0	0	18	20	9	10.00
	LARVIN PLUS	12	3	1	2	1	1	0	0	0	0	20	20	9	11.11
	Testigo	4	4	3	3	2	1	1	2	0	0	52	20	9	28.89
II	CAMPAL®	9	3	2	2	2	1	1	0	0	0	32	20	9	17.78
	CIPERKLIN 25	8	2	2	2	2	1	1	2	0	0	45	20	9	25.00
	CONTRINO	13	4	0	1	2	0	0	0	0	0	15	20	9	8.33
	KARATE®	13	3	0	2	1	1	0	0	0	0	18	20	9	10.00
	LARVIN PLUS	12	3	1	3	0	1	0	0	0	0	19	20	9	10.56
	Testigo	5	3	3	2	2	2	1	2	0	0	53	20	9	29.44
III	CAMPAL®	9	5	1	0	2	1	1	1	0	0	33	20	9	18.33
	CIPERKLIN 25	8	3	1	1	1	1	3	2	0	0	49	20	9	27.22
	CONTRINO	11	5	1	2	1	0	0	0	0	0	17	20	9	9.44
	KARATE®	14	2	1	1	1	1	0	0	0	0	16	20	9	8.89
	LARVIN PLUS	12	3	1	1	1	1	1	0	0	0	23	20	9	12.78
	Testigo	6	4	2	2	2	2	2	0	0	0	44	20	9	24.44
IV	CAMPAL®	8	2	4	2	1	1	2	0	0	0	37	20	9	20.56
	CIPERKLIN 25	8	1	1	3	2	2	2	1	0	0	49	20	9	27.22
	CONTRINO	13	3	1	2	1	0	0	0	0	0	15	20	9	8.33
	KARATE®	12	4	2	1	0	0	0	1	0	0	18	20	9	10.00
	LARVIN PLUS	11	4	1	1	1	1	1	0	0	0	24	20	9	13.33
	Testigo	5	3	2	3	2	2	2	1	0	0	53	20	9	29.44

Cuadro 25.

Resumen de severidad (%) del daño ocasionado por Spodoptera frugiperda en maíz amarillo duro variedad Marginal 28T, catorce días después de la aplicación.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
CAMPAL®	18.33	17.78	18.33	20.56	75.00	18.75
CIPERKLIN 25	22.22	25.00	27.22	27.22	101.67	25.42
CONTRINO	7.78	8.33	9.44	8.33	33.89	8.47
KARATE®	10.00	10.00	8.89	10.00	38.89	9.72
LARVIN PLUS	11.11	10.56	12.78	13.33	47.78	11.94
Testigo	28.89	29.44	24.44	29.44	112.22	28.06
Total	98.33	101.11	101.11	108.89	409.44	17.06

Anexo 4.

Panel fotográfico del trabajo de investigación

Fotografía 1.

Delimitación de las unidades experimentales en el campo de evaluación del cultivo de maíz amarillo duro



Fotografía 2.

Trazado y marcación de distancias entre surcos en las unidades experimentales



Fotografía 3.

Emergencia uniforme de plántulas de maíz amarillo duro a los 12 días después de la siembra



Fotografía 4.

Desarrollo vegetativo del cultivo de maíz amarillo duro con adecuada uniformidad en las parcelas experimentales



Fotografía 5.

Daños iniciales en el cogollo y láminas foliares causados por Spodoptera frugiperda



Fotografía 6.

Inspección de daño foliar e identificación de Spodoptera frugiperda en campo.

