

Uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales y uso de insecticida orgánico para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

Use of synthetic sex pheromone traps and use of organic insecticide for the control of budworm (*Spodoptera frugiperda*) in corn (*Zea mays L.*) crop

Utilização de armadilhas sintéticas com feromonas sexuais e inseticida orgânico para o controle da traça-das-crucíferas (*Spodoptera frugiperda*) no milho (*Zea mays L.*)

Darío Herrera-Jácome
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
dherreraj@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2569-796X>



Robinson J. Herrera-Feijoo
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
rherreraf2@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3205-2350>



Alba M. Quiñonez-Saltos
Unidad Educativa Particular "Generación Alfa"
alba.quinonez@innovatec.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-4634-3877>



Blanca E. Carrión-Salazar
Consultora calificada del MAATE
becs010491@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-9955-1043>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/nE2/217>

Como citar:

Herrera-Jácome, D., Herrera-Feijoo, R. J., Quiñonez-Saltos, A. M., Carrión-Salazar, B. E. (2023). Uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales y uso de insecticida orgánico para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). *Código Científico Revista de Investigación*, 4(E2), 1185-1202.

Recibido: 15/07/2023

Aceptado: 22/08/2023

Publicado: 29/09/2023

Resumen

El maíz (*Zea mays* L.) en Ecuador es un cultivo con un significado histórico arraigado en la identidad rural del país, siendo una fuente constante de recursos para las familias de pequeños agricultores y contribuyendo a la diversidad en los sistemas agroproductivos. Sin embargo, enfrenta la amenaza de diversas enfermedades y plagas que pueden comprometer su desarrollo. Entre estas, el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se destaca como una plaga primaria que afecta negativamente los cultivos de maíz, desde la fase de plántula hasta la etapa de pre-madurez. La investigación se centró en evaluar dos enfoques para el control del gusano cogollero en los cultivos de maíz: el uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales y la aplicación de un insecticida orgánico a base de tabaco. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con tres tratamientos: feromonas sintéticas sexuales, insecticida orgánico a base de tabaco y un grupo de control sin tratamiento adicional. Se evaluaron tres variables clave: el nivel de daño en las plantas de maíz, el número de larvas por planta y la eficacia de la fórmula de Abbott. Los resultados revelaron que el tratamiento de control (sin tratamiento adicional) mostró el mayor nivel de daño y la mayor incidencia de larvas por planta. Estos hallazgos indican la importancia de implementar estrategias de control efectivas para combatir el gusano cogollero y proteger los cultivos de maíz en Ecuador. Esta investigación beneficia directamente a los agricultores y comunidades rurales que dependen del maíz como fuente de alimento y sustento económico.

Palabras clave: Maíz, plagas, Insecticida orgánico, feromonas sintéticas, nivel de daño, número de larvas.

Abstract

Maize (*Zea mays* L.) in Ecuador is a crop with a historical significance rooted in the country's rural identity, being a constant source of resources for smallholder families and contributing to diversity in agro-productive systems. However, it faces the threat of various diseases and pests that can compromise its development. Among these, the codling moth (*Spodoptera frugiperda*) stands out as a primary pest that negatively affects maize crops, from the seedling stage to the pre-maturity stage. The research focused on evaluating two approaches for the control of codling moth in maize crops: the use of synthetic sex pheromone traps and the application of an organic tobacco-based insecticide. A completely randomised experimental design (CRD) was used with three treatments: synthetic sex pheromones, tobacco-based organic insecticide and a control group with no additional treatment. Three key variables were evaluated: the level of damage on maize plants, the number of larvae per plant and the efficacy of the Abbott formulation. The results revealed that the control treatment (no additional treatment) showed the highest level of damage and the highest incidence of larvae per plant. These findings indicate the importance of implementing effective control strategies to combat the budworm and protect maize crops in Ecuador. This research directly benefits farmers and rural communities that depend on maize as a source of food and economic livelihood.

Keywords: Corn, pests, organic insecticide, synthetic pheromones, level of damage, number of larvae.

Resumo

O milho (*Zea mays* L.) no Equador é uma cultura com significado histórico enraizado na identidade rural do país, sendo uma fonte constante de recursos para famílias de pequenos agricultores e contribuindo para a diversidade dos sistemas agroproductivos. No entanto, ela enfrenta a ameaça de várias doenças e pragas que podem comprometer seu desenvolvimento.

Entre ellas, la traça-das-crucíferas (*Spodoptera frugiperda*) destaca-se como a principal praga que afeta negativamente as plantações de milho, desde o estágio de plântula até o estágio de pré-maturidade. A pesquisa concentrou-se na avaliação de duas abordagens para o controle da traça-do-tomateiro em plantações de milho: o uso de armadilhas sintéticas de feromônio sexual e a aplicação de um inseticida orgânico à base de tabaco. Foi utilizado um projeto experimental completamente aleatório (CRD) com três tratamentos: feromônios sexuais sintéticos, inseticida orgânico à base de tabaco e um grupo de controle sem nenhum tratamento adicional. Foram avaliadas três variáveis principais: o nível de dano nas plantas de milho, o número de larvas por planta e a eficácia da formulação Abbott. Os resultados revelaram que o tratamento de controle (sem tratamento adicional) apresentou o maior nível de dano e a maior incidência de larvas por planta. Essas descobertas indicam a importância de implementar estratégias de controle eficazes para combater a lagarta-do-cartucho e proteger as plantações de milho no Equador. Essa pesquisa beneficia diretamente os agricultores e as comunidades rurais que dependem do milho como fonte de alimento e sustento econômico.

Palavras-chave: Milho, pragas, inseticida orgânico, feromonas sintéticas, nível de danos, número de larvas.

Introducción

El maíz en Ecuador es un producto con valor histórico, con identidad rural, es un cultivo anual que provee recursos de forma permanente a familias de pequeños agricultores y que facilita los sistemas agros productivos y la biodiversidad en nuestro país. El mayor potencial para una producción rentable de maíz radica en regiones, que contengan gran cantidad de materia orgánica en los suelos, ya que es un cultivo exigente en materia orgánica, la actividad agrícola dedicada al cultivo, tiene una historia relevante en la economía nacional, este producto es un cereal que genera divisas para el país, dando lugar al apareamiento de los primeros capitales y desarrollando sectores importantes como la banca, la industria y el comercio (Sánchez & Pérez, 2014).

Debido a la importancia que este cereal tiene a nivel nacional y regional, se debe estar a la vanguardia en el manejo sustentable de plagas y enfermedades y nuevas tecnologías de producción para evitar mermas en los rendimientos. Uno de los principales problemas que afecta este tipo de cultivo son las plagas insectiles, dentro de las cuales se han identificado las siguientes: los gusanos, gusano saltarín, trazador, peludo y cogollero, pulguita negra, chinche apestosa, y chicharritas, entre otros. Dentro de las plagas del maíz una, de las más

importantes es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) la cual, no solo daña al cogollo, sino que también al lote del cultivo. Dentro de los insecticidas químicos que el agricultor utiliza para manejar este tipo de plaga se encuentran el Semevin 350 SA, Lorsban 480 E (clorpirifos), methomex 4g, cipermetrina gl, Lanate (metomil) (Bravo & León, 2013).

Debido a varios problemas que representan la utilización de productos químicos, en este caso, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la eficacia de las trampas con feromonas sintéticas sexuales y el uso de insecticida orgánico a base de tabaco, para el control del gusano cogollero (*Spodoptera Frugiperda*) en el cultivo de maíz; por la cual muchos investigadores vuelvan a la búsqueda y utilización de extractos botánicos para el control biológico de plagas, con lo cual se evita el riesgo de intoxicación de las personas que estén en contacto con el producto, no contaminan el medio ambiente y no crean resistencia en la plaga como con los insecticidas químicos. Una de las razones más importantes para que el uso de estos insecticidas no se haya desarrollado masivamente, es que en el proceso de búsqueda de nuevos plaguicidas se ha enfocado a obtener material que tenga toxicidad aguda, pero la toxicidad aguda no es la forma usual en que las plantas se defienden de las plagas. Si la muerte es el criterio utilizado para determinar que una sustancia natural tiene propiedades plaguicidas, como se hace en el caso de los plaguicidas sintéticos, no es de extrañar que el desarrollo de los insecticidas botánicos sea tan escaso hasta la fecha. Las plantas producen sustancias finales de su metabolismo que no son 8 esenciales, a las que, por ignorar el papel que tenían dentro de la misma, se les llama “metabolitos secundarios. Los compuestos o metabolitos secundarios actúan como repelentes y/o inhibidores de la alimentación de los insectos fitófagos y competidores, y como antibióticos que pueden originar la intoxicación aguda o “crónica” en un insecto herbívoro, buscando asegurar su sobrevivencia León (2007). El objetivo fundamental de este estudio es evaluar la eficacia de las trampas con feromonas sintéticas sexuales y el uso de insecticida orgánico, para el control del gusano cogollero

(*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. En este contexto, los objetivos específicos de esta investigación fueron: 1) Establecer el nivel de daño provocado por el gusano cogollero en el cultivo de maíz; 2) Determinar la incidencia de larvas por planta; 3) Determinar la eficacia de los tratamientos en el control del gusano cogollero; 4) Realizar el análisis económico en relación beneficio costo de los tratamientos en estudio.

Metodología

El estudio se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Campus Universitario Experimental “La María”, ubicado en el Km 7,5 vía Quevedo – El Empalme, cuyas coordenadas geográficas son: 79° 29’ 56.7”, longitud Oeste y 01° 05’ 15” de latitud Sur. Altitud 75 msnm.

Métodos experimentales

Preparación del Terreno

Para la preparación del terreno inicialmente se procedió delimitar el área que se va a intervenir en la siembra del maíz, luego mediante la utilización del machete se realizó la limpieza del terreno de la maleza existente, una vez limpia toda el área se procedió a aplicar una lámina de riego a fin de humedecer el terreno y finalmente se identificaron las parcelas experimentales.

Siembra

Se preparó la semilla maíz híbrido variedad Trueno, NB7443 utilizando Tiodicarb a dosis de 8 ml por Kg de semilla, luego se dejó reposar por un momento para que el cura semilla se concentre, con la utilización del espeque se procede a hacer los huecos de entre 2 cm a 3 cm de profundidad y se colocó 1 semilla por cada punto a 20 cm de distancia entre plantas y haciendo hileras distanciadas a 80 cm entre ellas.

Manejo fitosanitario

El manejo fitosanitario se realizó de forma periódica cada 15 días, donde se aplicó un fungicida a base de Oxidloruro de cobre + Metalaxil + Mancozeb a dosis de 50gr por bomba de 20 litros como base para prevenir el ataque de hongos foliares, del mismo modo se empleó abonos foliares para nutrición. Solo los insecticidas se excluyeron y se empleó un biopreparado a base de tabaco y las feromonas sexuales de acuerdo a los tratamientos

Trampeo para el gusano cogollero

La elaboración de las trampas consistió en realizar aberturas en forma de ventanas en tres de los cuatro lados de una caneca de capacidad de 20 litros; con la ayuda de una sierra se realizan los cortes para hacer las aperturas, mientras que se realiza un pequeño agujero en la parte superior de la caneca con el fin de colocar un alambre donde se cuelga la feromona.

Una vez que está preparada la trampa se ubica en campo y se coloca agua con jabón o detergente sin olor en el fondo de la caneca, esto con el fin de romper la tensión superficial del agua y permitir que los insectos que lleguen en respuesta a la feromona puedan quedar atrapados en el agua. La feromona sintética tiene un efecto de atracción sexual en un rango de 50 metros a la redonda, por lo que atrae solo machos adultos de gusano cogollero a la trampa que simula al olor de la hembra, por lo que el macho al no encontrar a la hembra, cae cansado al agua y se ahoga.

La captura de adultos machos asume la reducción de cópulas y por ende, la disminución progresiva de la población de larvas en campo, por lo que en sí no es considerada como un método de control exacto sino más bien, como alternativas de control a mediano y largo plazo.

Elaboración de insecticida orgánico a base de tabaco.

Para la elaboración de este insecticida se utilizó una olla pequeña, donde se colocaron las hojas de tabaco con un litro de agua y se llevó a ebullición durante 10 o 15 minutos con el fin de lograr extraer el ingrediente activo que es la nicotina, posteriormente se deja reposar entre

15 a 20 minutos para que se enfríe y luego se procede a colar mediante el uso de un cedazo luego este el producto está listo para ser envasado en recipientes plásticos.

Se usó de 500 cc del insecticida orgánico en una bomba de mochila de 20 litros y se lo aplicó cada 15 días en horarios de la mañana de entre 7 a 9 am, o en la tarde de entre 5 a 6 pm, con la finalidad de evitar los rayos solares, porque hay la posibilidad de que el producto se degrade y no tenga la efectividad que deseamos.

Diseño del experimento

Se empleó un diseño experimental completo al azar (DCA), donde se evaluó dos metodologías de control de la plaga de gusano cogollero del maíz más un tratamiento control donde no se realizó control alguno, obteniendo tres tratamientos y se emplearon tres repeticiones. Todos los datos recopilados se sometieron a un análisis de varianza con el propósito de determinar su significancia estadística. Posteriormente, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% con el fin de identificar diferencias significativas entre las medias de los distintos tratamientos, tal como se muestra en la Tabla 1 y 2.

Tabla 1

Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Grados de libertad
Tratamiento	t-1	2
Error	(t-1)r	6
Total	t*r-1	8

Tabla 2

Tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción
-------------	-------------

T1	Control Etológico (Feromonas sexuales)
T2	Control orgánico (Insecticida a base de tabaco)
T3	Testigo

Análisis estadístico

Con el propósito de determinar los valores que nos permitieran evaluar cuál de los abonos orgánicos generaba un mayor rendimiento en el campo, recurrimos a un análisis estadístico ADEVA. Adicionalmente, para identificar las diferencias significativas entre los distintos tratamientos, llevamos a cabo una prueba de Tukey, empleando un nivel de confianza del 95%.

Variables evaluadas

Incidencia de la plaga

Para la evaluación de esta variable se determinó el porcentaje de plantas que se vieron afectadas por ataque de cogollero dentro de la parcela útil, según escala Davis, la cual permite evaluar visualmente el daño causado por la alimentación de las larvas en el cogollo y las hojas no desplegadas. Esta escala va de 0 a 9, donde 0 indica que no hay daño y 9 indica que las hojas están casi completamente destruidas.

Numero de larvas por planta

Se contabilizó el número de larvas por planta dentro de la parcela útil.

Eficacia de Abbott

Se determinó la eficacia de los tratamientos mediante el uso de la fórmula de Abbott la cual mide la efectividad de un tratamiento de acuerdo en referencia al testigo. La fórmula se presenta a continuación:

$$Eficacia = \left(\frac{a - b}{a} \right) \times 100$$

Donde:

a: Mortalidad en testigo

b: Mortalidad en tratamiento

Resultados

Nivel de daño

Los promedios correspondientes al número de plantas que se vieron afectadas por daño provocado por el gusano cogollero a los 7, 15, 30, 45, 60 días se muestran en la Tabla 4. Se pudo establecer que los 3 tratamientos a los 7, 15 y 30 días no presentaron una estadística significativa, al contrario que a los 45 días y 60 días el nivel de daño de la planta en el tratamiento 1 correspondiente a la feromona sintética sexual fue de 24 plantas y 27 respectivamente y el valor menor de plantas afectadas en los mismos días evaluados fue en el tratamiento 2 correspondiente a la aplicación del insecticida orgánico a base de tabaco fue de 18 y 23 respectivamente. Mientras que el mayor nivel de daño a los 45 y 60 días fue en el tratamiento correspondiente al testigo con 31 y 51. Estos resultados se presentan de manera gráfica en la Tabla 3 y Figura 1.

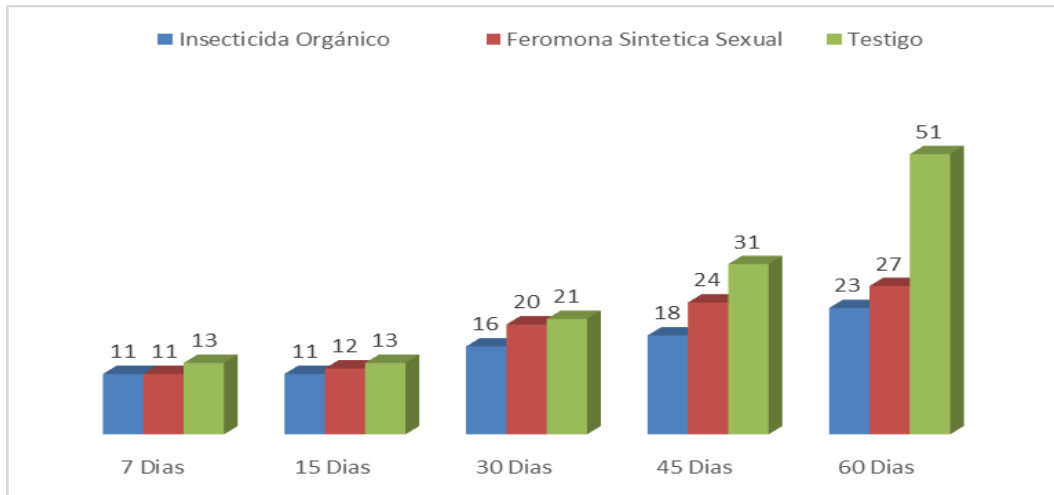
Tabla 3

Nivel de daño

Tratamiento	7 Días		15 Días		30 Días		45 Días		60 Días	
Insecticida Orgánico	11	a	11	a	16	a	18	a	23	a
Feromona Sintética Sexual	11	a	12	a	20	a	24	a	27	a
Testigo	13	a	13	a	21	a	31	b	51	b

Figura 2

Nivel de daño



Incidencia de la plaga

Según la tabla Davis, se determinó el nivel de incidencia de la plaga que se contabiliza en daño bajo, medio y alto, se muestran en la tabla 5, Se pudo establecer que a los primeros 7 días, en el tratamiento 1 que corresponde a la feromona sintética sexual y el tratamiento 2 que corresponde al insecticida orgánico, presentaron un valor de 1 que según la tabla Davis, corresponde a un nivel bajo con lesiones mínimas en las hojas, mientras que el tratamiento 3 que corresponde al testigo presentó valores de 4, según esta misma tabla se determina nivel medio con lesiones alargadas en hojas de cogollo y en hojas desplegadas, a los 15 días el tratamiento 2 y tratamiento 1, continúan presentando valores de 1 y 2 respectivamente, que corresponde a un nivel bajo, mientras que el tratamiento 3 que corresponde al testigo, presenta un valor de 4, nivel de medio que se determina como un nivel medio, a los 30 días, el tratamiento 2 y 1 presenta valores de 2 y 3, respectivamente, lo que se determina con un nivel bajo, y en este caso el tratamiento 3, sigue presentando un incremento este caso con un valor de 5, esto quiere decir que tiene un nivel medio, a los 45 días los dos tratamientos estos son el tratamiento 2 y tratamiento 1, presentan valores de 2 y 3, en ese orden pero el tratamiento 3, continúa presentando un incremento con un valor de 6, que se ubica en un nivel medio, pero muy cercano a los niveles altos, y por ultimo a los 60 días, el tratamiento 2 presenta un valor de 4 esto quiere decir un nivel medio, mientras que el tratamiento 1, se ubica un nivel medio con un valor de 5, pero el que si presenta un nivel alto con un valor de 8, es el tratamiento del testigo. Estos resultados se presentan de manera gráfica en la Tabla 4 y Figura 2.

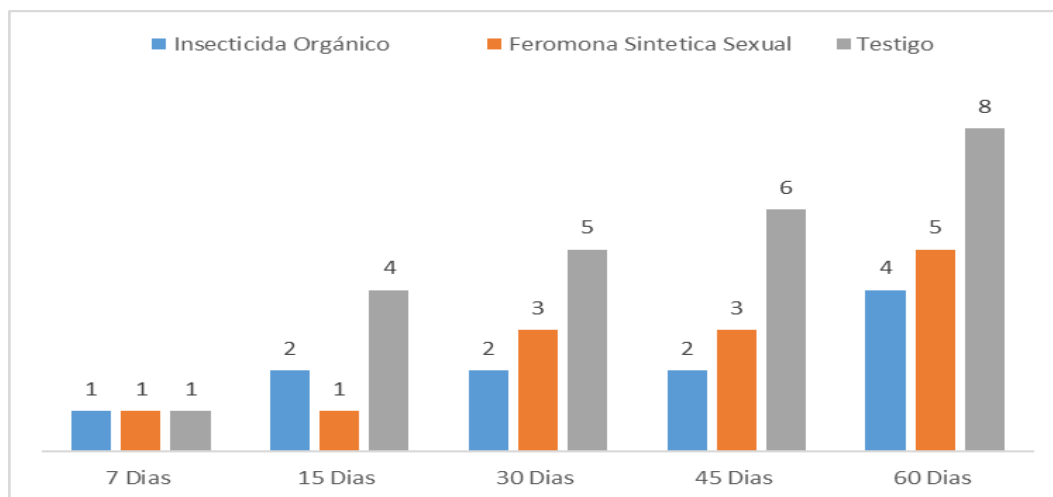
Tabla 4

Incidencia de la plaga

Tratamiento	7 Días		15 Días		30 Días		45 Días		60 Días		
Insecticida Orgánico	1	a	1	a	2	a	2	a	4	a	
Feromona Sintética Sexual	1	a	2	a	3	a	3	a	b	5	a
Testigo	4	a	4	a	5	a	6		b	8	b

Figura 2

Incidenia de la plaga



Número de larvas por plantas

Esta variable permitió conocer el nivel de presencia de la plaga, de esta manera los promedios correspondientes al número de larvas por plantas a los 7, 15, 30, 45, 60 días se muestran en la Tabla 5 y Figura 3. Se pudo establecer que los primeros 7 días los 3 tratamientos evaluados no presentaron una estadística significativa, a partir de los 15 días hasta las 60 días, el tratamiento con mayor número de incidencia de larvas por plantas es el tratamiento 0 correspondiente al testigo con valores de 1.4, 5.2, 2.6, y 4 respectivamente, mientras que el tratamiento 2 correspondiente al uso del insecticida orgánico a base de tabaco, desde los 15 días a 60 días, presenta una menor incidencia de larvas con valores de 0, 0, 0,6 y 0.4 respectivamente.

Tabla 5

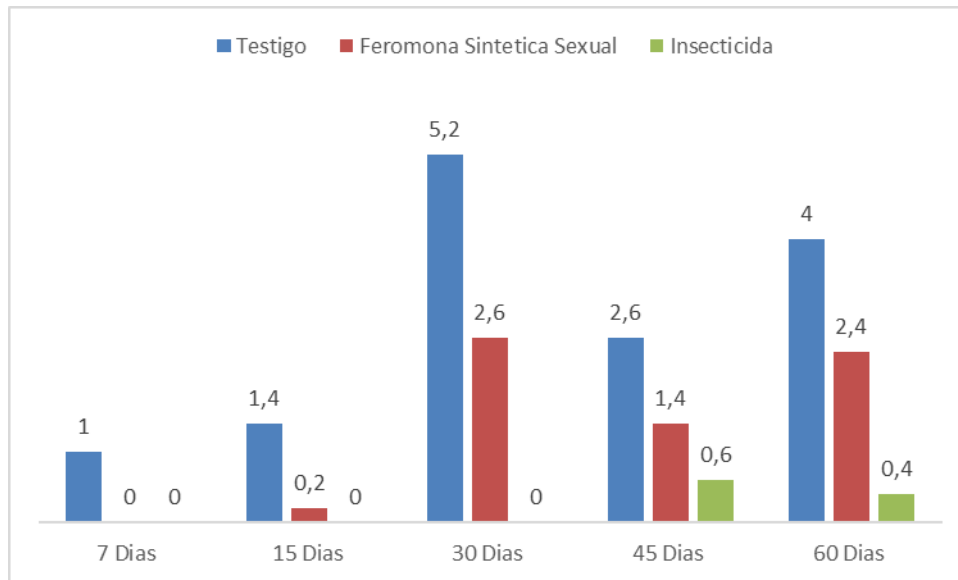
Numero de larvas por plantas

Tratamiento	7 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días
Testigo	1 a	1,4 a	5,2 a	2,6 a	4 a
Feromona Sintética Sexual	0 a	0,2 b	2,6 ab	1,4 ab	2,4 ab

Insecticida Orgánico	0 a	0 b	0 b	0,6 b	0,4 b
----------------------	-----	-----	-----	-------	-------

Figura 3

Número de larvas por plantas



Eficacia de Abbott

Los promedios correspondientes a la eficacia de fórmula de ABBOT, de las plantas a los 7, 15, 30, 45, 60 días se muestran en la Tabla 6 y Figura 4. Se pudo establecer que los primeros 7 días los 2 tratamientos evaluados no presentaron una estadística significativa, a partir de los 15 días hasta los 60 días, el tratamiento con mayor eficacia es el tratamiento 2 correspondiente al Insecticida Orgánico, con valores de 82, 100, 80 y 91.67, respectivamente, mientras que el tratamiento 1 correspondiente al uso de la feromona sintética sexual presenta una menor eficacia, esto es 72, 53.75, 53.67 y 39.33 respectivamente.

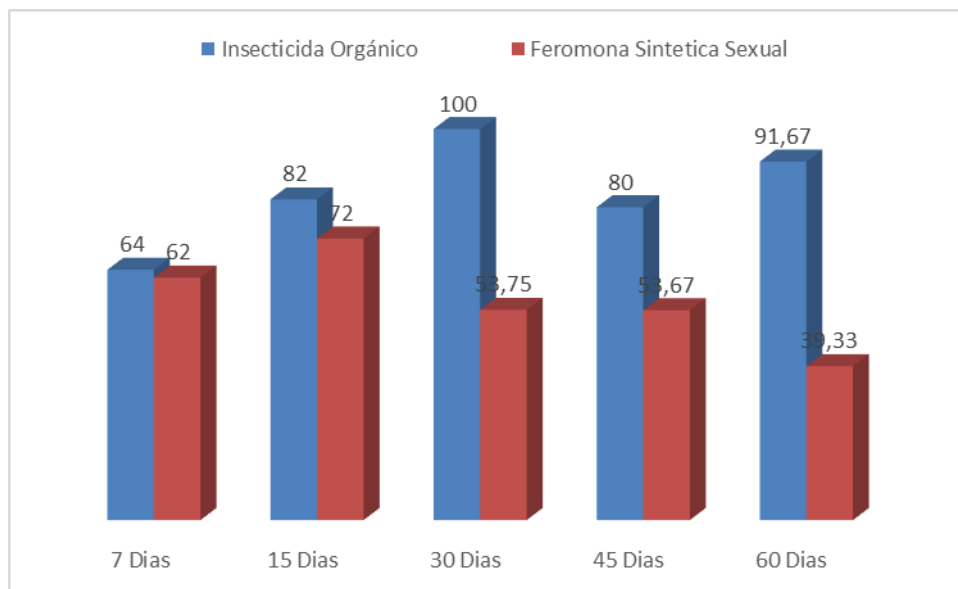
Tabla 6

Eficacia Formula de ABBOT

Tratamiento	7 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días
Insecticida Orgánico	64 A	82 A	100 A	80 A	91,67 A
Feromona Sintética Sexual	62 A	72 A	53,75 B	53,67 A	39,33 B

Figura 4

Número de larvas por plantas



Análisis económico

Se consideró todos los insumos en el proceso investigativo, que incluyen material biológico, fertilizante y los insecticidas. Los resultados del análisis económico se muestran en la Tabla 7. Los mayores costos fueron el tratamiento 1 correspondiente a la feromona sintética sexual con un valor de \$36,98, y el menor costo fue en el tratamiento 2, del Insecticida Orgánico con un valor de \$21,98.

Tabla 7

Costos de tratamientos

	Unidad	Cantidad	Tratamientos		
			T 1	T 2	T 3
Insecticida Orgánico	Litro	1	-	5	-
Feromona Sintética Sexual	Unidad	6	20		
Semilla Maíz Trueno, NB7443	Libra	5	7,5	7,5	7,5
Fertilizante Urea	Libra	15	1,5	1,5	1,5
Herbicida	Litro	1	1,66	1,66	1,66
Insecticida	Litro	0,25	1,66	1,66	1,66

Fertilizante Foliar	Kilo	1	3,33	3,33	3,33
Insecticida Semilla	Litro	0,25	1,33	1,33	1,33
Total			36,98	21,98	16,98

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia de las trampas con feromonas sintéticas sexuales y el uso de insecticida orgánico, para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz, con la finalidad de ofrecer una alternativa más sostenible para los productores de Maíz (Galarza y Sánchez, 2008).

Según León (2007) manifiesta que el gusano cogollero es considerado como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América. En diversas entidades del país se han registrado pérdidas causadas por este insecto que van desde 13 hasta 60%. Los daños más serios corresponden a las zonas temporales de regiones tropicales y subtropicales. Su distribución es muy amplia, ocurre en todas las zonas productoras de maíz. Además de maíz este insecto puede afectar otras gramíneas como sorgo, arroz, pastos, algunas leguminosas como frijol, soya y cacahuate y cultivos hortícolas como papa, cebolla, pepino, col y camote. Tal como afirma (Ortiz, 2010) que el gusano cogollero pasa por diferentes etapas, y es una plaga que ocasiona daños en grandes magnitudes y si no es controlado a tiempo puede perder su totalidad los cultivos en especial el maíz, ya que esta plaga produce daños del 60% del total del cultivo y cosechar un producto de mala calidad para la comercialización.

Cada uno de los tratamientos tuvo efectos diferenciados sobre las variables investigadas en este estudio. Los tratamientos se aplicaron en cinco momentos específicos: 7 días, 15 días, 30 días, 45 días y 60 días. En los primeros 7, 15 y 30 días del estudio, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos (feromona sintética sexual, insecticida orgánico y control sin tratamiento) en la reducción del daño causado por el

gusano cogollero. A lo largo del estudio, el tratamiento 3 (control sin tratamiento) mostró un aumento constante en la incidencia de la plaga, llegando a un nivel alto al final del período de 60 días. Estos resultados indican que, en este estudio particular, el insecticida orgánico demostró ser una opción efectiva tanto en términos de control de plagas como de eficiencia económica en comparación con otros tratamientos, incluida la feromona sintética sexual, lo que concuerda con Viana et al. (2009) Pág. 34: que los insecticidas orgánicos tienen efectos que producen el control a las plagas de los cultivos y estos pueden controlar y ahuyentar de los cultivos que afectan al desarrollo de las plantas, donde repelen y reducen la alimentación de muchas especies de plagas de insectos.

Estos resultados encuentran respaldo en investigaciones previas que han demostrado la eficacia que involucra un insecticida orgánico a base de tabaco, fue más efectivo en la reducción de la incidencia de larvas en las plantas en comparación con el tratamiento 1, que utiliza una feromona sintética sexual. Al analizar los efectos del tabaco en la mortalidad del gusano cogollero concuerdan con Negrete & Morales (2003), que expresan que las hojas secas de tabaco sirven para controlar el gusano cogollero del maíz ya que la nicotina inhibe o afecta la respiración del gusano provocando su muerte. El insecticida a base de tabaco elimina al gusano cuando éste come hojas del maíz que han sido aplicadas con el insecticida o si hace contacto durante la aplicación con el insecticida.

El tratamiento 2 (insecticida orgánico) fue el más económico, con un presupuesto de \$21,98. La eficiencia económica del tratamiento 2 puede beneficiar a los agricultores al reducir los costos de producción y potencialmente aumentar la rentabilidad. Comparto el criterio de Ramírez, que al utilizar los productos orgánicos mejoramos la calidad de los productos, por lo que salen para el consumo sin afectar la salud, de los consumidores, y también reduciendo la infertilidad de los suelos productores. Por la cual se sustenta esta investigación en la aplicación de insecticidas orgánicos, para el control de (gusano cogollero) en el cultivo de

maíz, ya que, al utilizar estos insecticidas, se obtiene beneficios económicos, reduciendo el costo de producción, y mejora la calidad del producto, sin causar desastres ecológicos.

Conclusión

En el presente estudio, se ha evidenciado que, el mayor daño provocado por cogollero fue en el tratamiento 3 correspondiente al testigo, incluso se encontró huevos del insecto. En lo que respecta a incidencia de larvas por plantas se determinó en el tratamiento 3 correspondiente al testigo.

Asimismo, en términos de rentabilidad, el tratamiento 2 que corresponde al insecticida orgánico fue el más económico con un presupuesto de \$21,98, y además es el que tuvo mejor eficacia con respecto al tratamiento 1 que corresponde a las feromonas sintéticas sexuales que tuvo un presupuesto de \$36,98. En cuanto a lo que corresponde a la aplicación de un insecticida orgánico a base de tabaco obtuvo una menor incidencia de la plaga, por lo que demostró un menor número de larvas por planta y mayor eficacia en comparación con los demás tratamientos.

En resumen, los resultados indican que el uso de, el insecticida orgánico demostró ser una opción efectiva para la producción de maíz, sino que también ofrece una rentabilidad sustancialmente superior en comparación con el control y otros tratamientos estudiados.

Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar el uso de insecticida orgánico a base de tabaco como una opción valiosa en la agricultura orgánica para el control para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz, con la finalidad de ofrecer una alternativa más sostenible para los productores del cantón y sus alrededores.

Referencias bibliográficas

Acosta , R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación: El maíz en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 30.

Arredondo, E. (2010). *Gusano cogollero en el cultivo de maíz*. Molcaxac, Puebla.

- Bravo, E., & León, X. (2013). Monitoreo participativo del maíz ecuatoriano para detectar la presencia de proteínas transgénicas. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 17(1), 16-24.
- Caicedo, A., Quijano, E., Delgado, A., Gómez, L., Sánchez, M., Herrera, P., & Santamaría, L. (1998). *Manejo Tecnológico de los cultivos de sorgo y maíz*.
- Carrera, M., Galán, V., González, F., Hidalgo, L., Maroto, J., Mateo, J., . . . Zaragoza, S. (2005). *Prontuario de Agricultura*.
- Caviedes, G. (2019). Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11(1).
- Cisneros, F. (2010). *Control Etologico*. AgriFoodGateway.
- HIDROPONÍA. (octubre de 2015). *Insecticidas orgánicos, ¿Cómo hacerlos en casa?* Obtenido de <https://hidroponia.mx/insecticidas-organicos-como-hacerlos-en-casa/>
- INIAP. (2011). Manejo integrado del cultivo del maíz suave. En *Módulos de Capacitación para Capacitadores: Seguridad y Soberanía alimentaria basada en la producción de sana de alimentos*.
- Lima, M., Silva, P., Oliveira, O., Silva, K., & Freitas, F. (2010). Corn yield response to weed and fall armyworm controls. *Planta Daninha*, 28(1), 103-111.
- León G, (2007). Editorial Grupo latino. Control de Plagas y Enfermedades en los Cultivos. Tijuana México, pág. 444- 445.
- Merino, E., Quillay, N., & Bravo, C. (2019). Identificación molecular por PCR del gusano cogollero en el Sur del Ecuador. *Revista Maskana*, 10(1), 41-42.
- Negrete, F., & Morales, J. (2003). *El gusano cogollero del maíz (Spodeptera frugiperda. Smith)*. CORPOICA.
- Proyecto Chechua CAR-KFW-GTZ. (1996). *Productividad responsable en el campo*.
- Sánchez, I., & Pérez, E. (2014). Maíz I (Zea mays). *REDUCA Biología*, 7(2), 151-152.
- Timothy, D., Hatheway, W., Grant, U., Torregroza, M., Sarria, D., & Varela, D. (1966). *Razas de maíz en Ecuador* (Vol. Boletín Técnico No. 12). Ica - OIE.

- Tovar, T. (2008). *Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz (Zea mays) obtenido por diferentes métodos de aislamiento*. Pachuca: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., & Muñoz, X. (2010). *Manejo integrado de las principales plagas del maíz*. INIAP (Boletín divulgativo N° 389).
- YARA. (2020). *Malezas, plagas y enfermedades*. Obtenido de <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/maiz/malezas-plagas-enfermedades/>