

Instituto Tecnológico Superior de Abasolo

Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de Guanajuato.



EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)

Tesis profesional para obtener el título de:
**Ingeniero en Innovación Agrícola
Sustentable**

Presenta:

Jonathan Alexander Trejo Reyes

Director de Tesis:

Dra. Patricia González Granados

Codirector de Tesis:

Dra. Ingrid Zanella Sáenz

ABASOLO, GTO.

02/ 03/ 2023



Autorización de presentación de trabajo de titulación

Se autoriza al estudiante **Jonathan Alexander Trejo Reyes** inscrito en la Ingeniería “Innovación Agrícola Sustentable” del Instituto Tecnológico Superior de Abasolo, con número de control **AS17110525**, a defender su proyecto de trabajo de titulación “**Extractos vegetales para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)**” ante el comité sinodal asignado.

La presente se expide en Abasolo Guanajuato a 02 de marzo de 2023.

Dra. Patricia González Granados
Presidente del sínodo

Dra. Ruth Artemisa Aguilera Hernández
Secretario del sínodo

Dra. Ingrid Zanella Sáenz
Vocal del sínodo

Dedicatorias

A mis padres, mis tutores, al Instituto Tecnológico Superior de Abasolo y a la coordinación de la carrera de Innovación Agrícola Sustentable por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Abasolo y docentes, sus palabras fueron sabias, sus conocimientos precisos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mi transitar profesional. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia.

A mi tutora, Dra. Patricia González Granados sin usted, sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado de tal manera. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesite; por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas.

A mis padres que ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más.

Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Resumen

Extractos vegetales para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

En los últimos años el uso excesivo de agroquímicos ha sido una de las principales causas de la resistencia de plagas como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en toda la región. Actualmente se controla principalmente aplicando productos de síntesis química, sin embargo, la aplicación de extractos vegetales surge como una alternativa de menor impacto sobre el ambiente. La presente investigación tiene como principal objetivo la iniciativa de utilizar extractos vegetales como plaguicida del gusano cogollero en el cultivo de maíz aplicando 4 tratamientos y un testigo a evaluar en distintas dosis, que consta de: a) T0. Testigo b) T1: Extracto de higuierilla primera dosis y c) T2: Extracto de ajo primera dosis d) T3: Extracto de higuierilla segunda dosis y d) T4: Extracto de ajo segunda dosis. Estos productos serán utilizados, con la finalidad de comparar la efectividad de los extractos vegetales contra la plaga del gusano cogollero y conocer si son fiables de utilizar en el campo, así siendo más factible para el agricultor de tal manera que puedan generar un ahorro de dinero, una mejor ganancia y/o una mejor producción al cultivar maíz, mismos que podrían ser empleadas como herramientas para el control integrado de plagas. Para la evaluación estadística de trabajo se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), en una combinación de 5 tratamientos en 3 repeticiones para un total de 15 unidades experimentales. Evaluando los daños causados por esta plaga en el cultivo y la eficiencia que pueden lograr los insecticidas botánicos. El porcentaje mayor de plantas afectadas por el gusano cogollero fue en el T-0, ya que este tratamiento fue el testigo, la plaga afecto mayormente porque no recibió ninguna aplicación en relación con los demás tratamientos. La aplicación del T-2 extracto de ajo a 200 mL/L, fue el mejor control, seguido del T-1 extracto de ajo a 100 mL/L, existiendo diferencia mínima entre tratamientos, combatiendo las larvas de gusano cogollero, afirmando que este tratamiento controla gran parte de la plaga, en el cultivo de maíz.

Palabras Clave: plaguicida orgánico, *Allium sativum*, *Ricinus communis*.

Abstract

Plant extracts for the control of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in the corn crop (*Zea mays* L.)

In recent years, the excessive use of agrochemicals has been one of the main causes of the resistance of pests such as the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) throughout the region, which is affected by the secondary effects that cause acute and chronic diseases. human being, environment, etc. At present it is controlled mainly by applying chemical synthesis products, however, the application of plant extracts emerges as an alternative with less impact on the environment. The main objective of this research is the initiative of using plant extracts as pesticide of the fall armyworm in the corn crop applying 4 treatments and a control to be evaluated in different doses, which consists of: a) T0. Control b) T1: First dose castor extract and c) T2: First dose garlic extract d) T3: Second dose castor extract and d) T4: Second dose garlic extract. These products will be used, in order to compare the effectiveness of plant extracts against the fall armyworm plague and to know if they are reliable to use in the field, thus being more feasible for the farmer in such a way that they can generate money savings. , better profit and / or better production when growing corn, which could be used as tools for integrated pest control. For the statistical evaluation of work, a completely randomized design (DCA) was used, in a combination of 5 treatments in 3 repetitions for a total of 16 experimental units. Evaluating the damage caused by this pest in the crop and the efficiency that botanical insecticides can achieve.

Keywords: organic pesticide, *Allium sativum*, *Ricinus communis*.

ÍNDICE

Dedicatorias.....	III
Agradecimientos	IV
Resumen	V
Abstract.....	VI
INTRODUCCIÓN	1
I. GENERALIDADES DEL PROYECTO	2
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Justificación	4
1.3 Hipótesis	5
1.4 Objetivos.....	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Importancia del maíz.....	8
2.2 Origen.....	8
2.3 Clasificación taxonómica	8
2.4 Descripción botánica	9
2.4.1 Tallos	9
2.4.2 Hojas	10
2.4.3 Inflorescencia.....	10
2.4.4 Mazorca	10
2.5 Fenología del maíz	10
2. 6 Factores edafoclimáticos	13
2.6.1 Suelo	13

2.7	Fertilización	13
2.8	Labores culturales	14
2.8.1	Preparación del terreno.....	14
2.9	Modalidades de siembra.....	14
2.9.1	Distancia de siembra.....	14
2.9.2	Densidad de siembra.....	15
2.10	Principales plagas y enfermedades del maíz	15
2.11	Gusano cogollero y su importancia en la agricultura (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	15
2.12.1	Clasificación taxonómica	16
2.12.2	Origen	16
2.12.3	Daños	17
2.13	Ciclo de vida del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	17
2.13	Métodos de control	19
2.13.1	Control biológico	19
2.13.2	Control químico	19
2.13.3	Control cultural	19
2.14	Extractos vegetales para el manejo de plagas	20
2.14.1	Como actúan los insecticidas botánicos.....	20
2.17	Compuestos botánicos como alternativa para el manejo del gusano cogollero del maíz.....	22
III.	DESARROLLO O METODOLOGÍA	24
3.1	Localización del estudio.....	25
3.2	Insecticidas orgánicos utilizados contra <i>Spodoptera frugiperda</i>	25
3.3	Diseño experimental y tratamientos.....	26
3.3.1	Diseño experimental.....	26

3.3.2 Tratamientos	26
3.4 Establecimiento del experimento	27
3.4.1 Acondicionamiento del área	27
3.4.2 Siembra.....	28
3.5 Obtención del gusano cogollero	30
3.6 Materiales y elaboración de extractos	32
3.6.1 Extracto de ajo	32
3.6.2 Elaboración del extracto	32
3.6.3 Extracto de higuierilla	35
3.6.4 Elaboración del extracto	35
3.1 Materiales y método de aplicación	37
3.7.1 Materiales	37
3.7.2 Método de aplicación	38
3.7.3 Días de aplicación.....	38
3.8 Variables de estudio	39
3.8.1 Número de plantas con daño.....	39
3.8.2 Porcentaje de daño en la planta	39
3.8.3 Daño en cogollo	43
3.8.4 Presencia de gusano o restos	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Daños en las plantas	46
4.2 Porcentaje de daño en hojas.....	47
4.3 Daños en cogollo	48
4.4 Presencia de gusano o restos en la planta.....	50
V. CONCLUSIÓN	51

VI. REFERENCIAS	53
------------------------------	-----------

Índice de figuras

Figura 2.1 - Fenología del cultivo de maíz	11
Figura 3.1 - Ubicación del proyecto de investigación.....	25
Figura 3.2 - Área establecida.....	28
Figura 3.3 - Semilla de maíz blanco	29
Figura 3.4 - Siembra de semilla.....	29
Figura 3.5 - Recolección de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	30
Figura 3.6 - Larvas recolectadas en estadios L1, L2, L3.....	31
Figura 3.7 - Larvas establecidas en el cultivo.....	31
Figura 3.8 – a) Ajo b) Chile c) Cebolla d) Jabon e) vinagre f) Aceite vegetal g) Agua destilada.....	33
Figura 3.9 – A) B) Elaboración del extracto de ajo	34
Figura 3.10 - Extracto de ajo.....	34
Figura 3.11 – A) Higuerilla B) Agua destilada	36
Figura 3.12 – Elaboración de extracto de higuerilla.....	36
Figura 3.13- Extracto de higuerilla.....	37
Figura 3.14 - Aplicación del extracto	38
Figura 3.15 – A) Planta sana y sin daño B) Planta con daño por <i>Spodoptera frugiperda</i>	39
Figura 3.16 – Planta de maíz con daños en el cogollo provocados por <i>spodoptera frugiperda</i>	43
Figura 3.17 – Planta de maíz con presencia de gusano y heces.....	44
Figura 4.1 - Número de plantas dañadas.....	46
Figura 4.2 - Nivel de daño en porcentaje.....	47

Figura 4.3 – Daño causado por <i>Spodoptera frugiperda</i> en planta de maíz, a las 48 horas de haber introducido el gusano en la planta. A) 5 – 10 % de daño, B) 10 - 20 % de daño, C) 20 - 25% de daño D) 25-30% de daño	48
Figura 4.4 - Plantas con daño en cogollo.....	49
Figura 4.5 - Restos o gusano en las plantas.....	50

Índice de tablas

Tabla 2.1 – Taxonomía del maíz	9
Tabla 2.2 - Etapas de crecimiento del cultivo de maíz	12
Tabla 3.1 - Diseño experimental completamente al azar	26
Tabla 3.2 – Tratamientos evaluados	27
Tabla 3.3 – Materiales utilizados	32
Tabla 3.4 – Materiales utilizados	35
Tabla 3.5 – Materiales utilizados	37
Tabla 3.6 – Escala de daño considerando la escala de Davis y Toepfer Fellet..	40
Tabla 7.1 – Clasificación de daños mediante la escala de Davis	1
Tabla 7.2 – Datos tomados en la primera aplicación de extractos	7
Tabla 7.3 – Datos tomados en la segunda aplicación de extractos	7
Tabla 7.4 – Datos tomados en la tercera aplicación de extractos.....	8
Tabla 7.5 – Frecuencias de daño foliar en las plantas	8
Tabla 7.6 – Frecuencias de daño en el cogollo de las plantas	9
Tabla 7.7– Frecuencias de gusanos o restos encontrados en las plantas	9

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L*), se considera el tercer cultivo más importante del mundo, seguido por el cultivo de trigo y arroz, debido a que se adapta ampliamente a las condiciones ecológicas y edáficas, se cultiva en casi todo el mundo y se considera como alimento básico para millones de personas, especialmente en América latina (Ortigoza et al., 2019).

El cultivo de maíz se ve afectado y atacado por diversas plagas que de una u otra manera terminan interviniendo en el rendimiento del cultivo. Este cereal es atacado por gusanos que se alimentan de sus raíces de las plantas, entre otras cosas (Urretabizkaya, 2018). Negrete & Morales, (2003) mencionan que el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es una plaga de mucha importancia económica en distintos cultivos de nuestro país, pero muestra una gran diferencia por el cultivo del maíz afectando desde un 50% hasta la pérdida total del cultivo.

Los plaguicidas agrícolas son de mucha importancia para proteger los cultivos de plagas que causan daños en la producción y que deterioran la seguridad alimentaria e ingresos económicos de la población. Muchos de los plaguicidas tienen impacto positivo, otros por su naturaleza tóxica pueden afectar negativamente a la salud de los productores, los trabajadores del campo, los pobladores y los consumidores, así como contaminar el medioambiente y a todos los organismos que habitan en él. Tanto en la agricultura como en la industria de los que producen alimentos se pretende crear tecnologías y procesos productivos más seguros y ambientalmente sustentables (Correa, 2011).

Ante la gran preocupación relacionada con los efectos sobre el ambiente y la seguridad alimentaria, generada por el uso excesivo de productos de síntesis química para el control de plagas y enfermedades de los cultivos, surge un término conocido como “Biopesticida” de origen biológico, estos productos son derivados de materiales naturales como animales, plantas, microorganismos o minerales.

En esta investigación se realizó una evaluación de biopesticidas en diferentes dosis con *Allium sativum* y *Riccinus communis* para el control de *Spodoptera frugiperda*

I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Planteamiento del problema

El cultivo del maíz ha logrado importancia con fines de exportación, por la demanda que generan los consumidores, es un grano de gran interés en la canasta básica de alimento y de gran valor para la economía. El cultivo de maíz presenta una oportunidad de negocio en todos los agricultores, pero se ven limitados por algunos factores como lo son las plagas, el mal manejo de plaguicidas o productos con exceso de químicos.

Una de las plagas devastadoras del cultivo es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el cual se presenta en todas las etapas del cultivo de maíz, puede disminuir hasta el 50% de la producción del cultivo. El uso excesivo de plaguicidas de alto espectro ha desarrollado en la plaga resistencia para su control, y muchos de los productores han presentado intoxicación crónica por malas prácticas en la aplicación.

1.2 Justificación

La aplicación de extractos vegetales es una alternativa para disminuir el exceso de sustancias químicas al combatir las plagas como el gusano cogollero, de tal manera que se puedan sustituir, con ello disminuir su residualidad y daño a los productores.

1.3 Hipótesis

Con la aplicación de extractos vegetales en diferentes dosis, al menos un tratamiento permitirá combatir a *Spodoptera frugiperda* en el desarrollo vegetativo del cultivo de maíz.

1.4 Objetivos

Objetivo General

- Evaluar el efecto de extractos vegetales sobre la presencia de gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*).

Objetivos Específicos

- Identificar el nivel de daño en las plantas de maíz causado por gusano cogollero.
- Determinar cuál de los extractos y dosis utilizadas son las adecuadas para el control de gusano cogollero.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia del maíz

El cultivo de maíz es de mucha importancia en todos los sistemas de producción, utilizándolo como materia prima para la elaboración de diferentes platos típicos en el país, se consume desde el estado lechoso, conocido como avatiky, hasta el grano seco, permitiendo de igual manera la cría de animales de granja, que aportan huevos, leche y carne, diversificando la producción, y con el aumento de la productividad se satisface la necesidad básica alimenticia de un gran numero poblacional en el país. Además, cuenta con un gran valor de mercado seguro para el rubro en comercialización y de consumo familiar (Ortigoza *et al.*, 2019). Deras y Serrano (2018) mencionan que el 95% de la producción lo utilizan para consumo humano.

2.2 Origen

El maíz (*Zea mays* L.) es parte de la familia de gramíneas, tribu maideas, y se cree que se originó en los trópicos de América Latina (Deras y Serrano, 2018).

2.3 Clasificación taxonómica

Ortigoza *et al.*, (2019) menciona así la clasificación taxonómica del maíz:

Tabla 2.1 – Taxonomía del maíz

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Gramíneas
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Mays</i>
Nombre científico.	<i>Zea mays</i> , L

2.4 Descripción botánica

El maíz es una planta anual de rapido desarrollo, perteneciente a las gramíneas y esta planta normalmente va de los 2 a 2,50 m, pero puede alcanzar hasta 5 m de altura (Quiroz & Merchán, 2016).

2.4.1 Tallos

Su tallo se conforma por un eje de nudos, entrenudos de forma cilíndrica que presenta un corte transversal donde se puede observar que la epidermis se conforma con paredes gruesas, haces vasculares y una parte inferior en donde salen sus principales raíces, teniendo como función principal la conducción de agua y sustancias nutritivas (Ortigoza *et al.*, 2019).

2.4.2 Hojas

Las hojas de esta cultivo están compuestas por vaina, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, que se abre hasta la base, saliendo de la parte superior del nudo. El cuello es una zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta. La lámina es una banda angosta y delgada que puede medir de 1,5 m de largo por 10 cm de ancho, terminando en un ápice (Ortigoza *et al.*, 2019).

2.4.3 Inflorescencia

El maíz es una planta monoica, que contiene flores masculinas y flores femeninas por separado, pero en la misma planta. La flor masculina tiene forma de panícula y está en la parte superior de la planta. La flor femenina o mazorca, se encuentra a media altura de la planta. La flor se compone de numerosas flores que disponen en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas, brácteas o espata (Ortigoza *et al.*, 2019).

2.4.4 Mazorca

La espiga o futura mazorca esta compacta y es protegida por las hojas transformadas, que en la mayoría de los casos la cubren por completo (Ortigoza *et al.*, 2019).

2.5 Fenología del maíz

Quiroz & Merchán (2016) mencionan que no todas las plantas en el campo llegan a una etapa en especial, al mismo tiempo. Por lo tanto asumen que el cultivo alcanza una etapa específica cuando al menos el 50% de las plantas presentan las características correspondientes (Figura 2.1).

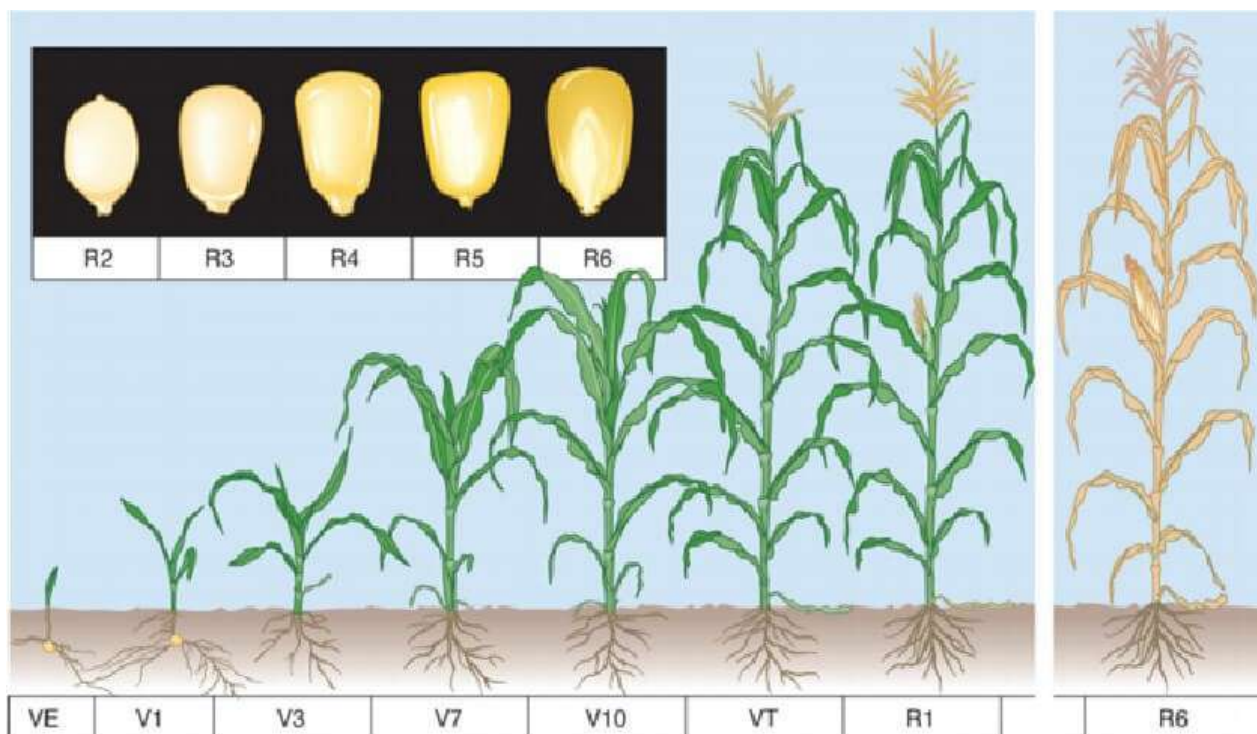


Figura 2.1 - Fenología del cultivo de maíz (Quiroz & Merchan, 2016).

Quiroz & Merchán (2016) indican que el cultivo de maíz se pueden dividir en dos categorías (vegetativa y reproductiva) y cuatro grandes períodos (ver Tabla 2.1 para más detalles):

- Crecimiento de las plántulas (etapas VE y V1)
- Crecimiento vegetativo (etapas V2, V3... Vn)
- Floración y la fecundación (etapas VT, R0, y R1)
- Llenado de grano y la madurez (etapas R2 a R6)

Tabla 2.2 - Etapas de crecimiento del cultivo de maíz (Quiroz & Merchán, 2016).

Etapas	DDS	Características
VE	5	El coleóptilo emerge de la superficie del suelo.
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Es visible el cuello de la hoja número “n”. (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panícula.
RO	57	Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar.
R1	59	Son visibles los estigmas.
R2	71	Etapas de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	80	Etapas lechosas. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
R4	90	Etapas lechosas. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
R5	102	Etapas dentadas. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35

DDS: Días después de la siembra, donde las temperaturas máxima y mínima pueden variar de 33°C y 22°C (Quiroz & Merchán, 2016).

2. 6 Factores edafoclimáticos

La planta de maíz ha logrado mantener una gran capacidad de respuesta a los factores y oportunidades que ofrece el medio ambiente, teniendo un alto nivel de respuesta a los efectos de la luz. Hoy en día existe diversidad de cultivares útiles para sembrarse bajo condiciones naturales muy distintas a las propias de su hábitat (Deras y Serrano, 2018).

2.6.1 Suelo

El cultivo de maíz tiene mejor adaptación a los suelos profundos, suelos ricos en materia orgánica y con un buen drenaje evitando encharcamiento. Sembrando en estos suelos se pueden obtener muchos beneficios como: semillas que germinan con más facilidad, plantas fuertes y sanas así como también mazorcas de mayor tamaño y granos de calidad. El pH adecuado para estos suelos debe estar entre 5.5 y 7.7 (Peñaherrera, 2011).

2.7 Fertilización

La fertilización es un factor importante que puede asegurar una devolución de elementos nutritivos que son extraídos del suelo por los cultivos, es por eso que una buena fertilización nos permite buenos rendimientos en el cultivo. Lo recomendado son 2 abonamientos que en la mayoría de ocasiones es seguida por muchos agricultores. El primer abonamiento que se recomienda al momento de la siembra y el segundo generalmente con el aporque, cuando las plantas tienen entre 50 y 60 cm de altura (IICA, 1991).

2.8 Labores culturales

Las labores culturales son destinadas a reducir los daños que puedan ser causados por algún tipo de plaga, esto para promover y mantener al cultivo las condiciones mas óptimas en su desarrollo y a la vez afectando el desarrollo y polifерación de cualquier tipo de plagas (CATIE,1990).

Es de suma consideracion conocer e identificar las etapas de desarrollo y crecimiento por las cuales la planta pasa a traves del periodo vegetativo, ya que la mayoría de las labores de manejo tiene relacion con alguna de estas etapas (IICA, 1991).

2.8.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno en el cultivo de maíz es necesario y de suma importancia, ya que permite suavizar el terreno, generando aireación, incorporación de materia orgánica, control de insectos que se puedan encontrar y exponer, así como estructuras de bacterias u hongos (enfermedades) que se pueden encontrar al interior del suelo.

2.9 Modalidades de siembra

La forma de como se ejecuta la siembra en las zonas de agricultura tradicional es fundamentalmente a mano. La siembra mecanica esta principalmente en zonas de agricultura desarrollada, donde la topografía y la extension de las unidades agropecuarias justifican y posibilitan el empleo de maquinaria (IICA, 1991).

2.9.1 Distancia de siembra

La distancia de siembra se recomendada de: 80 cm entre surcos, 50 cm entre plantas y 2 semillas de maíz por sitio (Peñaherrera, 2011).

2.9.2 Densidad de siembra

IIICA, (1991) menciona que depende de muchos factores, principalmente de la fertilidad natural de los suelos, de las variedades, del sistema de cultivo y del objeto del cultivo, las poblaciones en promedio se pueden estimar como una población con una densidad óptica, aquella que esta entre las 40,000 a 60,000 plantas por hectarea.

2.10 Principales plagas y enfermedades del maíz

Trips (*Frankliniella williamsi*), Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), Gusano soldado (*Spodoptera exigua*), Gusano trozador (*Agrotis* sp.), Gusano elotero (*Helicoverpa zea*), Barrenador del tallo (*Diatraea* sp.), Frailecillo (*Macroductylus mexicano*), Picudos (*Geraeus senilis*, *Nicentrites testaceipes*), Gallina ciega (*Phyllophaga* sp, *Cyclocephala* sp., *Diplotaxis* sp., *Macroductylus* sp., y *Anomala* sp.), Araña roja (*Olygunychus mexicanus* y *Tetranichus* sp.), Chapulines (*Sphenarium* sp., *Melanoplus* sp), Gusano alfilerillo (*Diabrotica*) (*Diabrotica virgifera zea*), Catarina del maíz (*Colaspis* sp.), Gusano de alambre (*Agriotes* sp.), Carbon de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*), Pudrición de la raíz (*Pythium aphanidermatum*, *Diplodia maydis*, *Fusarium* spp), Pudriciones del tallo (*Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* spp, *Diplodia maydis*, *Pythium aphanidermatum*), Manchas foliares o tizon (*Helminthosporium maydis*), Roya del maíz (*Puccinia sorghi*, *P. polyspora*, *Physopella zea*) (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato, A.C. ([CESAVEG], 2019).

2.11 Gusano cogollero y su importancia en la agricultura (*Spodoptera frugiperda*)

Spodoptera frugiperda es un insecto que ha evolucionado al paso de los años junto al maíz teniendo presencia en gran parte del continente americano y de forma muy importante en México. Su principal alimento son las gramíneas, como el maíz y el sorgo. Se consideraba una plaga que solo atacaba el cogollo del maíz, pero con el paso de los años fue posible ver este insecto causando daños no solo en el cogollo, si

no también defoliación, trozando o barrenando los tallos de esta planta e incluso llega a consumir los estigmas causando pérdidas de hasta el 50% y 100% en los cultivos de maíz (Govaerts, 2018).

2.12 Importancia económica de la plaga *Spodoptera frugiperda*

El gusano cogollero se presenta en gran parte de los estados de la República Mexicana. Aunque se conoce que es más abundante en las regiones tropicales y subtropicales. De acuerdo con investigaciones realizadas en campo, el gusano cogollero puede afectar aproximadamente al 70 % de plantas en las regiones productoras de maíz. Estas larvas ocasionan pérdidas en la producción de maíz que van del 10 al 100 %, sobre todo si la planta es atacada cuando tiene entre 40 y 60 cm (DGSV-CNRF, 2020).

2.12.1 Clasificación taxonómica

Páliz & Mendoza (1999) mencionan que el gusano cogollero pertenece al orden, Lepidoptera, super familia Noctuidea, familia Noctuidae, género *Spodoptera*, especie *frugiperda*.

2.12.2 Origen

Spodoptera frugiperda tiene origen en los trópicos del continente americano, incluyendo las islas del Caribe y del Pacífico. Se ha reportado su existencia en Canadá, Estados Unidos, México, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panamá, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Guyana, Ecuador, Perú, Chile, Brasil, Jamaica, Bolivia, Argentina (Páliz & Mendoza, 1999).

2.12.3 Daños

Este gusano comienza por cortar el tallo cuando las plantas recién emergen; y cuando están bien desarrolladas, la desfolian; puede atacar la flor masculina provocándole interrupción del proceso normal de polinización. También ataca perforando la mazorca tierna por lo que se conoce como gusano elotero (Deras y Serrano, 2018).

2.12.4 Resistencia del gusano cogollero

En México el control de esta plaga como *Spodoptera frugiperda* se hace comunmente por métodos químicos, lo cual aumenta costos de producción y disminuye la rentabilidad del cultivo; además, la aplicación de insecticidas químicos son fuente de contaminación del suelo y agua, favorece la eliminación de fauna benéfica y el desarrollo de resistencia genética de las poblaciones de estos insectos plaga (Negrete y Morales, 2003).

2.13 Ciclo de vida del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Negrete & Morales, (2003) mencionan las diferentes etapas por las que el gusano cogollero pasa durante su vida.

- Huevo o postura
- Larva o gusano
- Pupa
- Adulto o mariposa

Huevo o postura

Los huevos son depositados por las hembras en grupos, preferentemente en el envés de las hojas y están cubiertos por pelos y escamas. Originalmente son de color rosáceo

claro, blancuzco, radialmente estriados, y luego se oscurecen previo a la eclosión (Programa Manejo de Resistencia de Insectos [MRI] e IRAC Argentina, 2019).

Larva o gusano

Las larvas al nacer se alimentan del coreon, más tarde se trasladan a diferentes partes de las plantas o a las vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo. generalmente son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales; en el dorso se distingue una banda negruzca más ancha hacia el costado y otra parecida pero de tono amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue con una “Y” blanca invertida. Las larvas pasan por 6 ó 7 estadios o mudas, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primero estas miden hasta 2-3 milímetros y la cabeza es negra por completo, el segundo mide entre 4-10 milímetros y la cabeza de tono carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadio. A partir del tercer estadio se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciables cuando la hoja se abre o desenvuelve (Negrete & Morales, 2003).

Pupa

Son de tono caoba y miden entre 14 - 17 milímetros de longitud, esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo durante 8 a 10 días en que emerge el adulto o mariposa (Negrete & Morales, 2003).

Adulto o mariposa

Los adultos son polillas que mantienen un hábito nocturno, tienen 3-4 cm de envergadura alar. Las alas anteriores de las hembras varían de color gris a pardo, con manchas y líneas muy difusas. Las del macho son color pardo con una banda amarillenta entre manchas oscuras. En ambos sexos, las alas posteriores son de color

blanquecino translúcido con una delgada línea castaña en su borde (Programa Manejo de Resistencia de Insectos [MRI] e IRAC Argentina, 2019).

2.13 Metodos de control

2.13.1 Control biológico

La existencia de organismos benéficos para el cultivo de maíz es considerada en toda decisión de manejo, procurando no perturbar mucho sus poblaciones. Existen distintas especies de depredadores y parásitos que atacan a los insectos dañinos de la planta y contribuyen a mantenerlos en niveles suficientemente bajos para evitar que causen daños. En todo programa de manejo se deben tomar datos sobre las poblaciones de los organismos benéficos. Si es necesario aplicar alguna medida de control, sobre todo el uso de plaguicidas, debe hacerse tomando en cuenta la existencia de controladores biológicos para evitar, en lo posible, cualquier perturbación a su tarea benéfica (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 1990).

2.13.2 Control químico

El buen uso de plaguicidas constituye una valiosa táctica de control para evitar los daños que pueden ser causados en el cultivo por parte de algunas plagas que podrían causar pérdidas cuantiosas si no se controlan a tiempo. Sin embargo, los plaguicidas deberán aplicarse usando criterios derivados del monitoreo de plagas y sus enemigos naturales, considerando sus efectos secundarios como la resurgencia de plagas secundarias, el desarrollo de resistencia y la contaminación ambiental (Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 1990).

2.13.3 Control cultural

Ortigoza, *et al.* (2019) hace las siguientes menciones sobre un control cultural:

- Uso de semilla seleccionada
- Rotación de cultivos (maíz. leguminosas)
- Asocio de cultivos (maíz, abonos verdes de la familia de las leguminosas)
- Cero labranza o labranza mínima
- Épocas de siembra
- Manejo de plantas no deseables (malezas)
- Densidad de siembra y fertilización

2.14 Extractos vegetales para el manejo de plagas

Las plantas tienen gran cantidad de compuestos que deterioran el comportamiento de algunos herbívoros, esto puede ser positiva o negativa (atrayente o repelente) para la alimentación, la oviposición y el refugio. En la mayoría de los casos, las especies de plantas que se han utilizado mantienen un efecto insectistático más que insecticida, que inhiben el desarrollo normal de insectos. Esto se crea de distintas maneras, como reguladores del crecimiento, inhibidores de la alimentación, repelentes y como control de enfermedades. La sociedad ha demandado obtener productos ecológicos, sanos, inocuos y orgánicos que no contaminen el ambiente, lo que llama al productor a utilizar métodos alternativos y biorracionales, sin el uso de plaguicidas organosintéticos (Castolo *et al.*, 2018).

2.14.1 Como actúan los insecticidas botánicos

Enilda *et al.*, (2004) indican estos niveles que distinguen el modo de acción de una sustancia de origen botánico sobre el insecto.

Acción repelente, fagodisuasiva o insecticida.

En este nivel se incluyen las sustancias que actúan como repelente fagodisuasivas (antialimentarias) o insecticidas, conduciendo a la muerte del insecto por vía de intoxicación o en algunos casos los compuestos de las plantas actúan de varias formas a la vez (Enilda *et al.*, 2004).

Acción por contacto o ingestión

Se puede distinguir si la sustancia actúa por contacto o por ingestión. Las que actúan por contacto logran impactar el sistema nervioso, que es accesible para estas sustancias llegar a toda la superficie del insecto y por vía respiratoria, conduciendo a la muerte del insecto (Enilda *et al.*, 2004).

2.15 Ajo (*Allium sativum*) y sus beneficios en la agricultura

El ajo es considerada una planta perenne perteneciente a la familia Liliácea al igual que las cebollas y los puerros, se cultiva como anual. También mantiene distintos propósitos en los cuales actúa como repelente, o por ingestión, causando ciertos trastornos digestivos, dejando que el insecto deje de alimentarse. En algunos casos causa cierta irritación en la piel de las orugas. Es sistémico de alto espectro, es absorbido por el sistema vascular de la planta. El cambio de olor natural de la planta evita el ataque de las plagas, se basa en un enmascarador del olor del alimento, de las feromonas (evita la reproducción de las plagas) y en los pájaros los desconcierta porque el ajo es irritante para ellos. El extracto de ajo es completamente biodegradable, no cambia el olor y sabor de los cogollos ni de las hojas, o de cualquier cultivo donde se aplique. Sus ingredientes activos son: Alina, alicina, cicloide de alitina y disulfato de dialil (Ecomaria, 2020).

2.16 Higuera (*Ricinus communis*) y sus beneficios en la agricultura

La planta de higuera (*Ricinus communis* L) se considera un arbusto con tallo grueso y leñoso, hueco que, al igual que los peciolos, nervios e incluso las propias hojas en algunas variedades, puede tomar un color púrpura oscuro y suele estar cubierto de un polvillo blanco, semejante a la cera, esta planta pertenece a la familia Euphorbiaceae y también se le conoce como ricino, tártago, mamoneira, mamona, palma christi, higuera, castor y aceite de ricino. La higuera (*R. communis*) produce metabolitos secundarios como albúminas (ricina) y alcaloides (ricinina). Los tejidos de higuera liberan compuestos tóxicos y dos lectinas, la ricina y la ricinusaglutinina, ambas con capacidad para adherirse fuertemente a los anfidios de los nemátodos fitoparásitos como los formadores de nudos o agallas en el sistema radical y modificar así su comportamiento quimiotáctico. Las semillas y cáscaras de higuera contienen elementos tóxicos. El principal elemento tóxico es la ricina en el cual se encuentra un triglicérido timirstina, que es una proteína, pero también está presente un potente alérgeno, que es más difícil de inactivar que la ricina. La higuera produce metabolitos secundarios como albúminas (ricina) y alcaloides (ricinina). Los tejidos de higuera liberan compuestos tóxicos y dos lectinas, la ricina y la ricinusaglutinina, ambas con capacidad para adherirse fuertemente a los anfidios de los nemátodos fitoparásitos como los formadores de nudos o agallas en el sistema radical y modificar así su comportamiento quimiotáctico. Las semillas y cáscaras de higuera contienen elementos tóxicos. El principal elemento tóxico es la ricina en el cual se encuentra un triglicérido timirstina, que es una proteína, pero también está presente un potente alérgeno, que es más difícil de inactivar que la ricina (Rojas, 2022).

2.17 Compuestos botánicos como alternativa para el manejo del gusano cogollero del maíz.

Muchas de las plantas producen una gran cantidad y diversidad de compuestos orgánicos que se usan como mecanismos de defensa contra depredadores.

Spodoptera frugiperda es el insecto plaga con mayor impacto en el cultivo de maíz, esto porque puede llegar a ocasionar perdidas totales del cultivo, esta plaga se distribuye entre las regiones tropicales y subtropicales del Continente Americano. Para su control se ha utilizado diferentes métodos, siendo mas comun el uso de insecticidas químicos. Los extractos y compuestos naturales han sido utilizados como alternativas para reducir el uso indiscriminado de insecticidas químicos; por ejemplo, se han estudiado diferentes familias como: *Rhamnaceae*, *Calceolariaceae*, *Burseraceae*, *Annonaceae*, *Meliaceae* entre otras, que han presentado actividad insecticida e insectistática sobre este tipo de plaga. El objetivo de este ensayo es mostrar los extractos y compuestos orgánicos que se han estudiado en distintas especies vegetales sobre *S. frugiperda*, por lo que estos pueden convertirse en una alternativa de gran importancia para el control de insectos nocivos en la agricultura (Romo *et al.*, 2015).

III. DESARROLLO O METODOLOGÍA

3.1 Localización del estudio

El presente trabajo de investigación titulado “Extractos vegetales para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L)”, se llevó a cabo en la propiedad del Sr. Francisco Balderas ubicada en Irapuato, Guanajuato. Con coordenadas a latitud 20°41'36" N, longitud 108°22'14" W, una altitud de 1726 m y un clima que varía de los 7°C a 32°C durante todo el año (Figura 3.1).

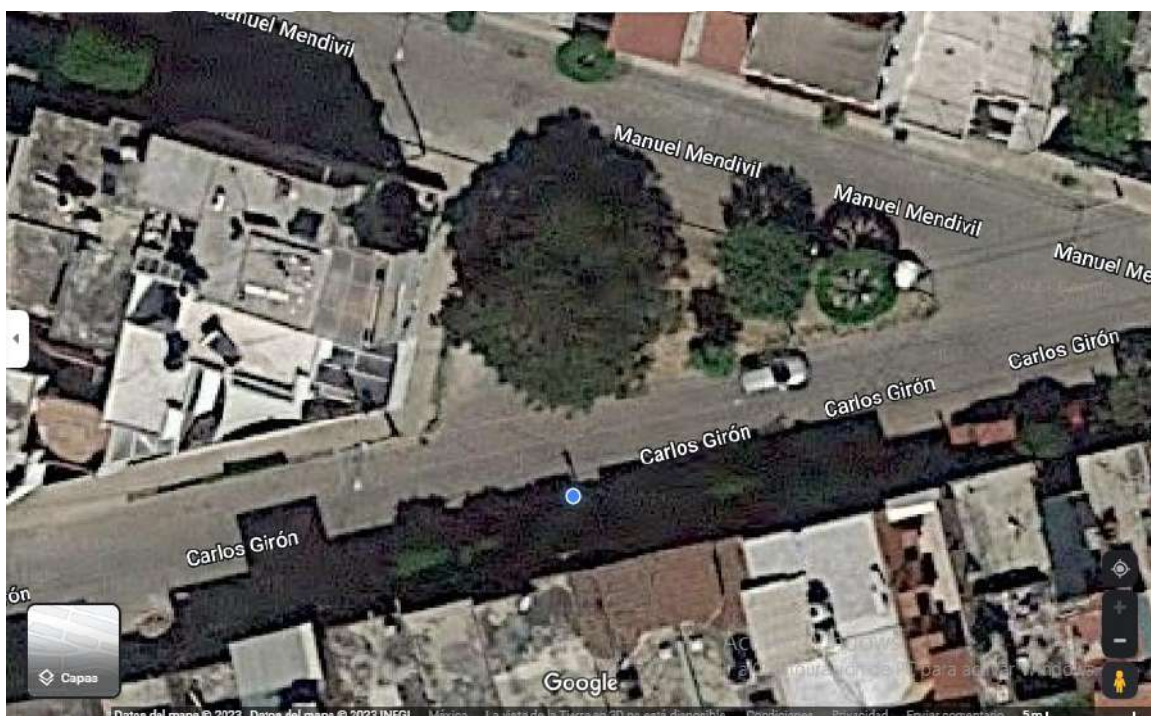


Figura 3.1 - Ubicación del proyecto de investigación.

3.2 Insecticidas orgánicos utilizados contra *Spodoptera frugiperda*

- Solución de ajo (*Allium sativum*), chile, cebolla, vinagre, jabón, aceite vegetal, agua destilada.
- Solución de higuera (*Ricinus communis*), hojas de higuera, semillas de higuera y agua destilada.

3.3 Diseño experimental y tratamientos

3.3.1 Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos, incluyendo el testigo al cual no se le realizó la aplicación de ningún extracto, en 3 repeticiones para cada tratamiento. Con un total de 15 unidades experimentales (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 - Diseño experimental completamente al azar

T0	T3	T2	T1
T3	T4	T1	T3
T0	T2	T2	T4
	T4	T1	T0

3.3.2 Tratamientos

Los tratamientos utilizados para combatir y prevenir la plaga del gusano cogollero se muestran en la siguiente tabla (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 – Tratamientos evaluados

Tratamiento	Descripción
Tratamiento 0	Testigo (solo riego)
Tratamiento 1	Macerado de ajo, chile, cebolla, vinagre, jabón, aceite vegetal y agua destilada a 100 mL/L
Tratamiento 2	Macerado de ajo, chile, cebolla, vinagre, jabón, aceite vegetal y agua destilada a 200 mL/L
Tratamiento 3	Macerado de higuera, hojas de higuera, semillas de higuera y agua destilada a 54 mL/L
Tratamiento 4	Macerado de higuera, hojas de higuera, semillas de higuera y agua destilada a 108 mL/L

3.4 Establecimiento del experimento

3.4.1 Acondicionamiento del área

Para dar cumplimiento a la preparación del área se inició incorporando y rellenando con tierra de cultivo las 15 bolsas en las que se incorporaron las semillas de maíz y, proceder a delimitar 1 m cada unidad experimental con las que se trabajó, utilizando cinta métrica y hojas blancas, las cuales marcaron el tratamiento utilizado en cada unidad experimental.



Figura 3.2 - Área establecida

3.4.2 Siembra

La siembra se realizó inmediato a la preparación del área, colocando dos semillas de maíz blanco por unidad experimental, utilizando de un pequeño palo para abrir los hoyos en el suelo, a una profundidad de 2 a 3 cm aproximadamente y así poder colocarlas de manera correcta.



Figura 3.3 - Semilla de maíz blanco



Figura 3.4 - Siembra de semilla

3.5 Obtención del gusano cogollero

Para la obtención del gusano cogollero se recolectaron larvas de estadio L1, L2 y L3, en un cultivo de maíz criollo, teniendo en cuenta que este cultivo presentaba una alta incidencia de gusano cogollero. Ubicado en la zona de Laguna Larga, Guanajuato. Posteriormente se agregó al cultivo de maíz blanco al cual se le dio seguimiento durante las primeras etapas vegetativas del cultivo.



Figura 3.5 - Recolección de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)



Figura 3.6 - Larvas recolectadas en estadios L1, L2, L3



Figura 3.7 - Larvas establecidas en el cultivo

3.6 Materiales y elaboración de extractos

3.6.1 Extracto de ajo

En la siguiente tabla se muestran los materiales y cantidades necesarias que se utilizaron para la preparación del extracto de ajo (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 – Materiales utilizados

Materiales	Descripción
Ajo	12 g
Chile	3 g
Cebolla	5 g
Vinagre	4 g
Jabón	12 g
Aceite vegetal	2 g
Agua destilada	2 L
Licuada	1 unidad
Recipiente plástico	1 unidad

3.6.2 Elaboración del extracto

Para la preparación del insecticida a base de ajo se utilizó el método de maceración empleado por CESAVEG, en el cual se necesitaron los materiales ya mencionados anteriormente. Para iniciar con el proceso de elaboración de este insecticida se maceró el ajo, chile, cebolla, vinagre, jabón, dos litros de agua destilada y agregándolos a la licuadora para diluirlos, previamente se obtuvo el machacado de estos para dejar en

maceración durante 24 a 48h colocándolos en recipientes plásticos cubiertos o con tapa donde no le entraran los rayos del sol, evitando que se degraden sus propiedades insecticidas y por ende su efectividad.



Figura 3.8 – Materiales utilizados en el extracto de ajo. a) Ajo b) Chile c) Cebolla d) Jabon e) vinagre f) Aceite vegetal g) Agua destilada.



Figura 3.9 – A) B) Elaboración del extracto de ajo



Figura 3.10 - Extracto de ajo

3.6.3 Extracto de higuera

En la siguiente tabla se muestran los materiales y cantidades necesarias que se utilizaron para la preparación del extracto higuera (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 – Materiales utilizados

Materiales	Descripción
Semilla y hojas de higuera	250 g
Agua destilada	2 L
Licuada	1 unidad
Recipiente plástico	1 unidad

3.6.4 Elaboración del extracto

Para la preparación del extracto a base de higuera se empleó el método de maceración, empleado por CESAVEG, para la cual se necesitaron los materiales ya mencionados anteriormente. Para iniciar con el proceso de elaboración de este insecticida se maceró la higuera en dos litros de agua destilada y agregándolos a la licuada para diluirlos, previamente se obtuvo el machacado para dejar en maceración durante 24 a 48h colocándolos en recipientes plásticos cubiertos o con tapa donde no le entraran los rayos del sol, evitando que se degraden sus propiedades insecticidas y por ende su efectividad.



Figura 3.11 – A) Higuera B) Agua destilada



Figura 3.12 – Elaboración de extracto de higuera



Figura 3.13- Extracto de higuera

3.1 Materiales y método de aplicación

3.7.1 Materiales

Los siguientes materiales fueron utilizados para su correcta aplicación del extracto hacia las plantas y poder combatir el gusano cogollero (Figura 3.5).

Tabla 3.5 – Materiales utilizados

Materiales	Descripción
Guantes	1 unidad
Pulverizador	1 unidad

3.7.2 Método de aplicación

Para combatir el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), durante su etapa de vegetación se aplicó mediante un pulverizador el insecticida orgánico directamente al cogollo y el área adyacente durante su etapa vegetativa, para lograr un mejor control y prevención de la plaga. La aplicación del extracto se realizó durante las tardes, especialmente en horas frescas y no soleadas, para evitar la degradación del producto aplicado.



Figura 3.14 - Aplicación del extracto

3.7.3 Días de aplicación

La aplicación se realizó a las 48h después de que el gusano cogollero fuera establecido en el cultivo. Aplicándolo durante 21 días, cada siete días en la etapa vegetativa del cultivo y siendo la mejor etapa para combatir las plagas.

3.8 Variables de estudio

Las variables de estudio tomadas fueron; número de plantas con daño, porcentaje de daño, número de plantas con daño en el cogollo, presencia del gusano o restos después de la aplicación. Las evaluaciones se realizaron en los meses de abril – mayo a una edad de la planta de aproximadamente 15 días después de haber germinado, se realizaron tres tomas de datos una a los 7 días, 14 días y 21 días después de cada aplicación de los tratamientos evaluados.

3.8.1 Número de plantas con daño

Se identificaron y contabilizaron las plantas, se denominó “Si” las plantas con daño por gusano cogollero, “NO” cuando no se observó daños.

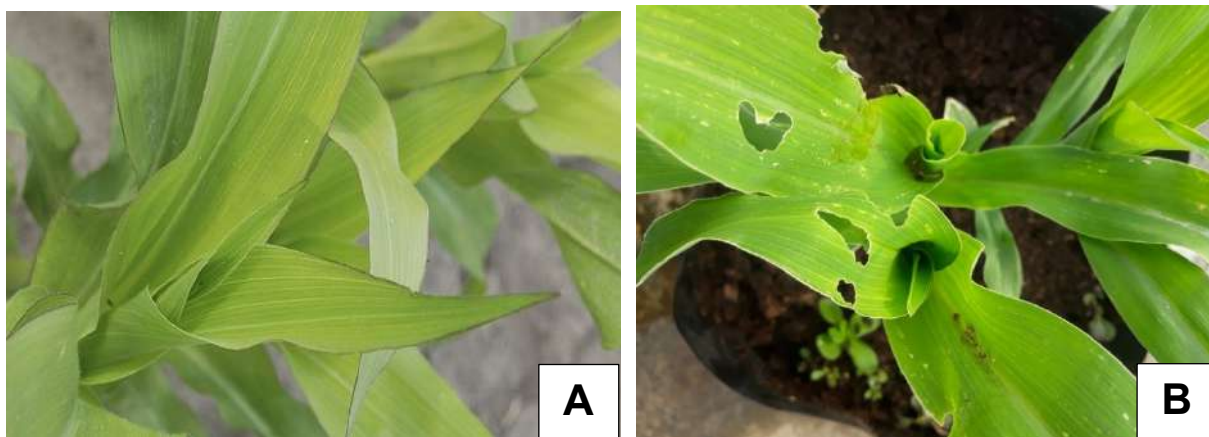


Figura 3.15 – A) Planta sana y sin daño B) Planta con daño por *Spodoptera frugiperda*

3.8.2 Porcentaje de daño en la planta

Se evaluaron dos extractos orgánicos con diferentes propiedades cada uno, en el cual cada extracto nos permitió destacar cual tiene mejor efectividad para prevenir y atacar al gusano cogollero de tal manera que se pudo observar visualmente si los daños en su tallo, hojas y zonas adyacentes disminuyeron o aumentaron.

Se consideraron las partes foliares de cada planta afectada y se obtuvo una proporción con respecto al total de la planta para determinar la gravedad del daño, se adecuó una nueva escala tomando como referencia la descripción de daños de las escalas de daño propuesta por Davis (1992) y el número de niveles de daño considerados por Toepfer Fellet.

Tabla 3.6 – Escala de daño considerando la escala de Davis y Toepfer Fellet

Puntuación	Porcentaje	Descripción simplificada	Imagen
0	0%	Sin daño	
1	5%	Agujeros pequeños, lesiones circulares en las hojas del verticilo, puede abarcar hasta el 5% de la planta	
	10%		

2		Daño bajo, presenta agujeros alargados en la hoja y partes comidas al borde, puede presentarse en 1 o más hojas, y abarcar hasta el 10% de la planta	
	15%	Daño mediano presenta agujeros largos en la hoja y partes comidas, pueden abarcar hasta el 15 % de la planta (pueden presentarse en una hoja o más)	
	20%	Varias lesiones grandes y alargadas de más de 2,5 cm (1") de longitud presentes en algunas hojas del verticilo y del rizo y/o unos pocos agujeros de tamaño pequeño a mediano de forma uniforme a irregular, en una o varias hojas, hasta el 20 % de la planta	
	25%	Partes carcomidas, lesiones grandes y alargadas de más de 2,5 cm (1") de longitud presentes en algunas hojas del verticilo y del rizo y/o unos pocos agujeros de tamaño pequeño a mediano de forma uniforme a irregular, en	

		una o varias hojas, hasta el 35 % de la planta	
3	30-35%	Varias lesiones grandes y alargadas de más de 2,5 cm (1") de longitud presentes en algunas hojas del verticilo y del rizo y/o unos pocos agujeros de tamaño pequeño a mediano de forma uniforme a irregular, en una o varias hojas, hasta el 35 % de la planta.	
	40%	Muchas lesiones alargadas de todos los tamaños presentes en varias hojas del verticilo y del rizo, además de varios agujeros grandes de forma uniforme a irregular comidos de las hojas del verticilo y del rizo, abarca hasta el 40 % de la planta.	
4	45-55%	Hojas de vertiente y de rizo casi totalmente destruidas.	

3.8.3 Daño en cogollo

Se realizaron observaciones a los 7, 14 y 21 días, 48 h después de la aplicación del producto, mediante el conteo de plantas dañadas (si) y plantas no dañadas (no) del tallo conforme los productos fueron aplicados.



Figura 3.16 – Planta de maíz con daños en el cogollo provocados por *Spodoptera frugiperda*

3.8.4 Presencia de gusano o restos

Se revisaron las plantas minuciosamente para observar presencia de eses o del gusano.

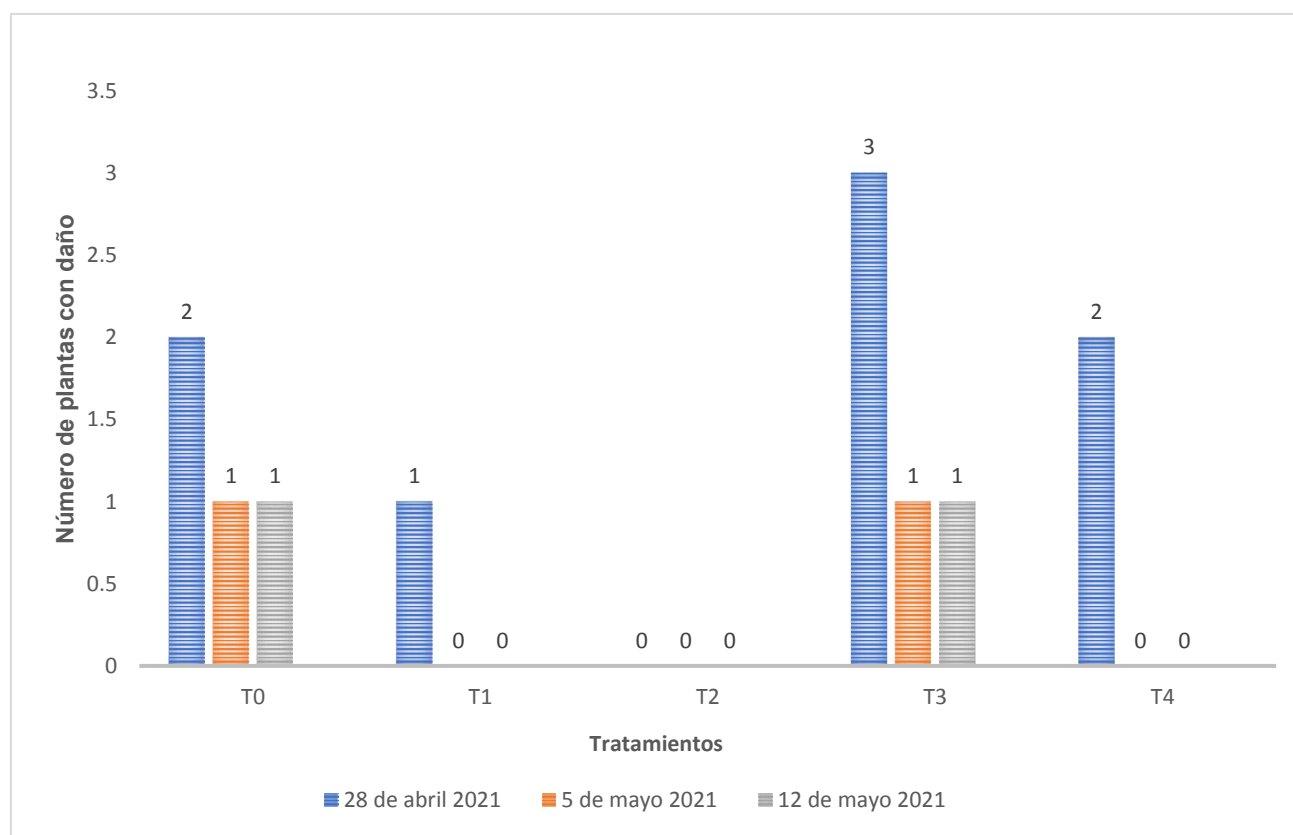


Figura 3.17 – Planta de maíz con presencia de gusano y heces

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Daños en las plantas

En la Figura 4.1 se observa el número de plantas con daño a partir de la primera aplicación de los tratamientos. En las plantas testigo prevaleció el daño, a diferencia de los tratamientos 1 (Macerado de ajo 100 mL/L), tratamiento 2 (Macerado de ajo 200 mL/L) y tratamiento 4 (Macerado de higuierilla 108 mL/L) los cuales al final de las observaciones no presentaron daños. El tratamiento 2 (Macerado de ajo 200 mL/L) a partir de la primera aplicación tuvo control del gusano ya que no se presentaron daños en las plantas. Este resultado concuerda con lo encontrado con Ramos y Santacruz, (2012) quienes comprobaron la efectividad de diluciones al 20% de solución madre de ajo tanto en vinagre blanco como en vinagre casero para el control de lepidópteros.

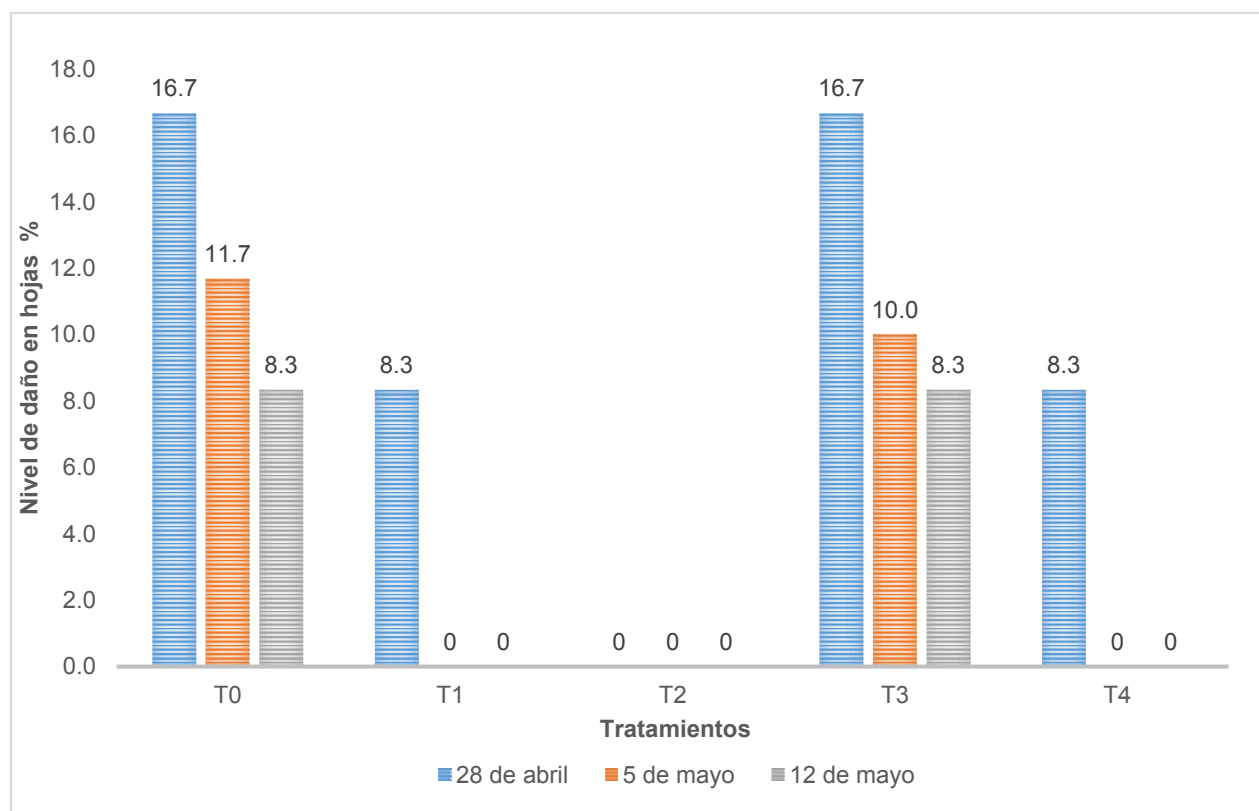


T0 - Testigo, **T1** - Extracto de ajo a 100 mL/L, **T2** - Extracto de ajo a 200 mL/L, **T3** - Extracto de higuierilla a 54 mL/L y **T4** - Extracto de higuierilla a 108 mL/L

Figura 4.1 - Número de plantas dañadas

4.2 Porcentaje de daño en hojas

En las plantas testigo y en las plantas que se les aplicó el tratamiento 3 para el control del gusano se observaron daños hasta el final del experimento, en las plantas que se les aplicó el tratamiento 2 no presentaron daño en hojas desde la primera aplicación. En el tratamiento 1 y tratamiento 4 disminuyó el porcentaje de daño en las hojas (Figura 4.2). Velásquez, (2016) menciona que respecto a los tratamientos donde se aplicó 200cc de ajo respectivamente se logró disminuir el ataque del gusano cogollero por lo que en plantas se experimentaron mayor crecimiento y desarrollo también mejora el control.



T0 - Testigo, **T1** - Extracto de ajo a 100 mL/L, **T2** - Extracto de ajo a 200 mL/L, **T3** - Extracto de higuierilla a 54 mL/L y **T4** - Extracto de higuierilla a 108 mL/L

Figura 4.2 - Nivel de daño en porcentaje

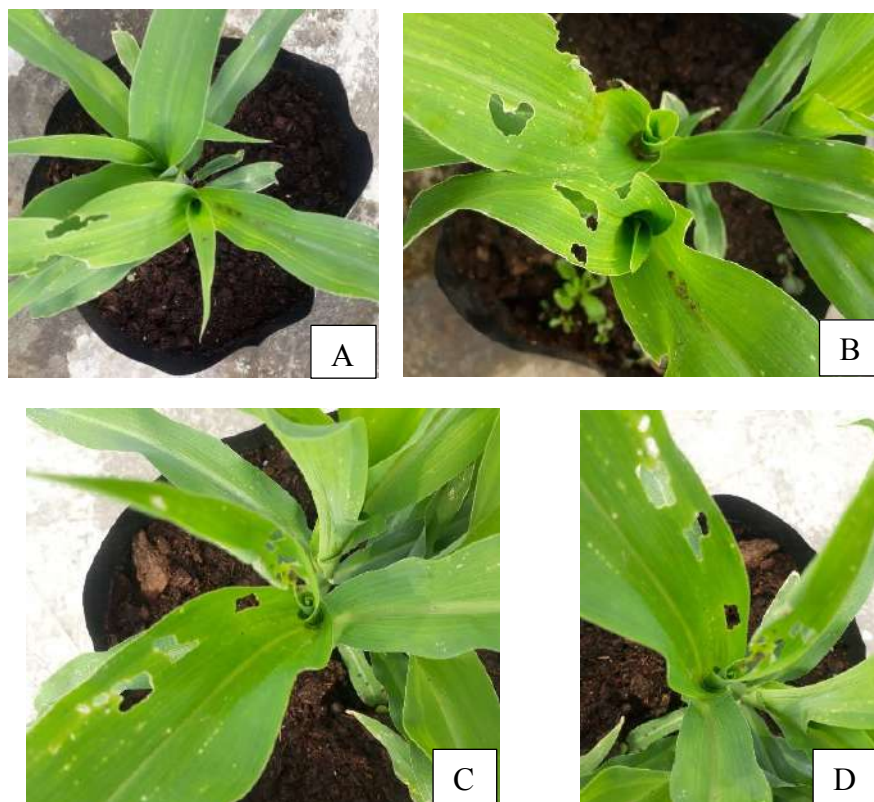
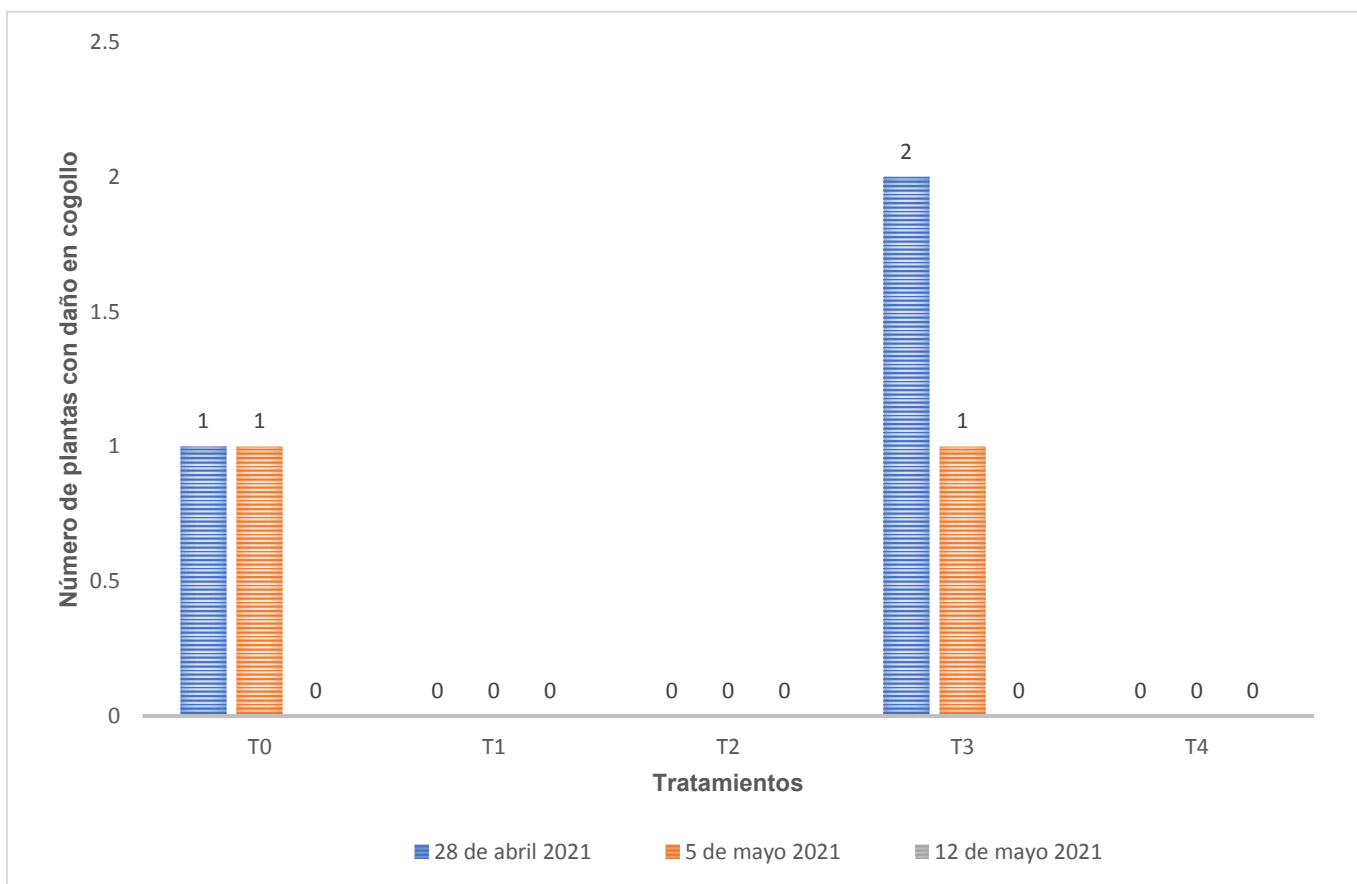


Figura 4.3 – Daño causado por *Spodoptera frugiperda* en planta de maíz, a las 48 horas de haber introducido el gusano en la planta. A) 5 – 10 % de daño, B) 10 - 20 % de daño, C) 20 - 25% de daño D) 25-30% de daño

4.3 Daños en cogollo

En los tratamientos 1 (Macerado de ajo 100 mL/L), tratamiento 2 (Macerado de ajo 200 mL/L) y tratamiento 4 (Macerado de higuierilla 108 mL/L) las plantas que no presentaron daños en el cogollo durante las aplicaciones de estos. En las plantas del tratamiento testigo (solo riego) y en las plantas que se les aplicó el tratamiento 3 para el control del gusano se observaron daños hasta la segunda fecha de aplicación, disminuyendo el daño en el tallo (Figura 4.3). Álvarez y Cool, (2015) coinciden que el insecticida orgánico a base de ajo fue el que obtuvo los mejores resultados;

expresando el nivel más bajo de infestación y el menor porcentaje de daño causado por la plaga en cada unidad experimental.

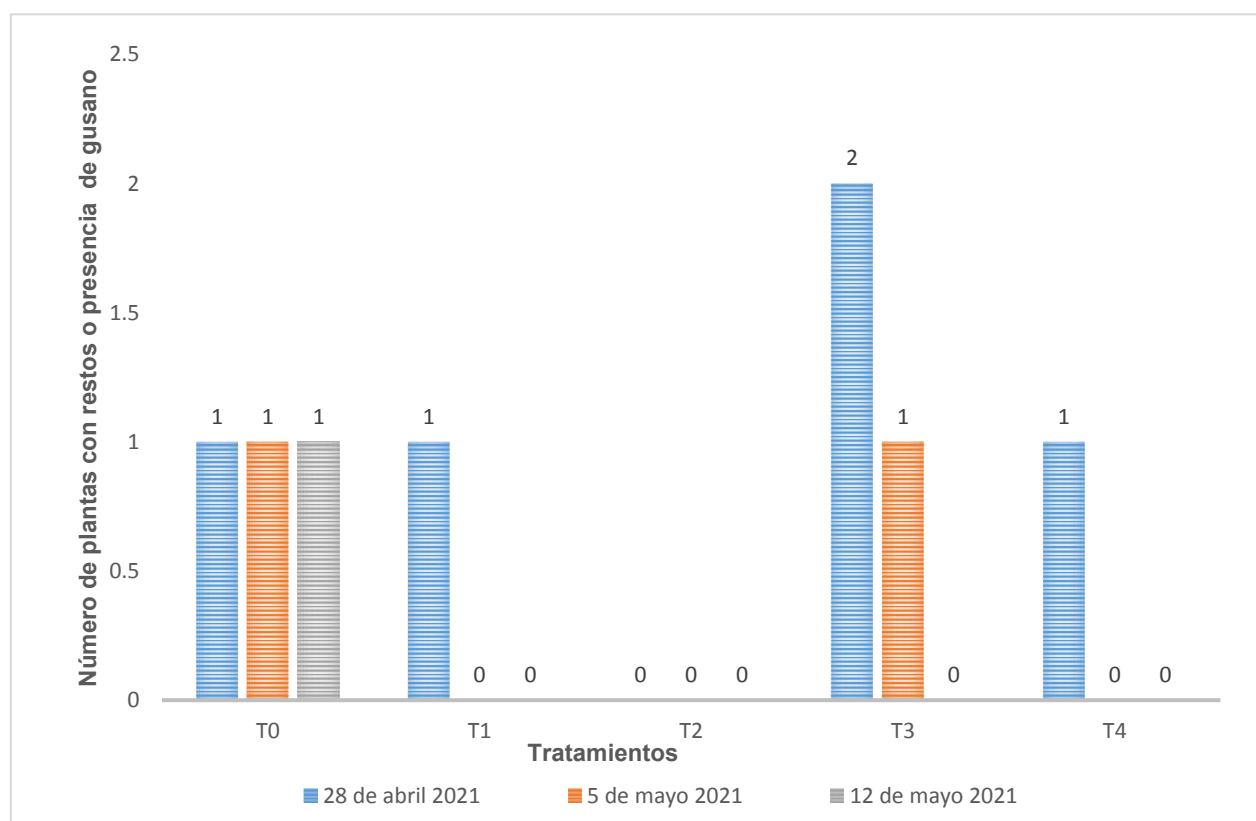


T0 - Testigo, **T1** - Extracto de ajo a 100 mL/L, **T2** - Extracto de ajo a 200 mL/L, **T3** - Extracto de higuera a 54 mL/L y **T4** - Extracto de higuera a 108 mL/L

Figura 4.4 - Plantas con daño en cogollo

4.4 Presencia de gusano o restos en la planta

En las plantas del tratamiento testigo (solo riego con agua) se encontraron restos de gusano hasta la última fecha de aplicación, el tratamiento 1 (Macerado de ajo 100 mL/L), tratamiento 4 (Macerado de higuierilla 108 mL/L) controló la presencia de gusano desde su primera aplicación, el tratamiento 3 (Macerado de higuierilla 54 mL/L) mostro un control del gusano a su segunda aplicación y el tratamiento 2 (Macerado de ajo 200 mL/L) mostro efectos positivos desde su primera aplicación, controlando el gusano cogollero. Este resultado concuerda con lo encontrado de Cazares., et al (2014) mostrando los mejores resultados de mortalidad de psílicos durante la aplicación con el extracto de ajo, a 50 ppm, con valores promedios de 5,30, 5,62, 4,50 y 4,87 insectos muertos respectivamente.



T0 - Testigo, **T1** - Extracto de ajo a 100 mL/L, **T2** - Extracto de ajo a 200 mL/L, **T3** - Extracto de higuierilla a 54 mL/L y **T4** - Extracto de higuierilla a 108 mL/L

Figura 4.5 - Restos o gusano en las plantas

V. CONCLUSIÓN

El porcentaje mayor de plantas afectadas por el gusano cogollero fue en el T-0, ya que este tratamiento fue el testigo, la plaga afecto mayor, porque no recibió ninguna aplicación en relación con los demás tratamientos.

La aplicación del T-2 extracto de ajo a 200 mL/L, fue el mejor control, seguido del T-1 extracto de ajo a 100 mL/L, existiendo diferencia mínima entre tratamientos, combatiendo las larvas de gusano cogollero, afirmando que este tratamiento controlo gran parte de la plaga, en el cultivo de maíz.

VI. REFERENCIAS

Álvarez, L. & Cool, M. (2015). Aplicación de tres insecticidas orgánicos en el cultivo del maíz (*Zea mays*) para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). [Tesis de ingeniería agropecuaria]. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone.

Castolo-Calderon, E. (2018). Extractos vegetales para el manejo de insectos plaga *Tagetes patula* y *Tagetes erecta*. E, Castolo. F, Bahena. H, Escobedo & C, Alvarado (ed.), *MAP Manejo Agroecológico de Plagas* (pp 8-10). México: ENLACE La revista de la Agricultura de Conservación. <file:///C:/Users/Hp%20Probook/Documents/8vo%20semestre/TALLER%20DE%20INVESTIGACION%20I/UNIDAD%20I/manejo%20agroecologico%20de%20plagas.pdf>

Catalan, W. (2012). Guía técnica “manejo integrado de plagas en el cultivo de maíz amiláceo blanco”. Agrobanco. calca-acomayo-cusco Perú. (pp 6). <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/022-a-mab.pdf>

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (1990). Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. (pp 8-9). https://books.google.com.mx/books?id=g6A2NmCSMcEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_vpt_buy#v=onepage&q&f=false

Cázares, A. Verde, J. López, I. & Almeyda, H. (2014). Evaluación de diferentes extractos vegetales contra el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Revista Colombiana de Entomología* 40 (1): (pp 67 – 73). <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v40n1/v40n1a12.pdf>

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. (1990). Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=g6A2NmCSMcEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_vpt_buy#v=onepage&q&f=false

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato A.C. (CESAVEG). (2019). Manual de plagas y enfermedades del maíz. México: Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato A.C. (pp 10-13). http://cesaveg.org.mx/boletines/manual_maiz.pdf

Correa, A. (2011). Manual para el Registro de Plaguicidas en Centroamérica. FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/as399s/as399s.pdf>

Deras, H., y Serrano, R. (2018). Cultivo de maíz (*Zea mays* L). Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal; centa, (pp 6). Recuperado de http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Ma%C3%ADz%202019.pdf

Dirección general de sanidad vegetal - Centro nacional de referencia fitosanitaria [DGSV-CNRF]. (2020). Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria Dirección General de Sanidad Vegetal- Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria-Grupo Especialista Fitosanitario. Ficha Técnica. Tecámac, México

22 p.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635234/Gusano_cogollero_en_ma_z_y_arroz.pdf

Ecomaria, E. (2020). El uso del ajo como repelente de plagas insectos. Biblioteca agroecológica. <https://biblioteca.fundesyram.info/biblioteca.php?id=6421>

Enilda, C. Carballo, M. Chaput, P. Fernández, O. Gonzáles, L. Gruber, A. Guharay, F. Hidalgo, E. Narváez, C. López, P. Rizo, C. Rodríguez, A. & Salazar, D. (2004). Control biológico de plagas agrícolas. En a. Gruber & j. López (ed.), control biológico de insectos mediante extractos botánicos (pp 140-143). Managua: CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=WyEOAQAIAAJ&printsec=frontcover&dq=control+biologico&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjlpKP6zbjvAhVMSq0KHSmeCYoQ6wEwAXoECAQQAQ#v=onepage&q&f=false>

Govaerts, B. (2018). Manejo Agroecológico de Plagas. ENLACE La revista de la Agricultura de Conservación. (43), (pp 19-31). <file:///C:/Users/Hp%20Probook/Documents/8vo%20semestre/TALLER%20DE%20INVESTIGACION%20I/UNIDAD%201/manejo%20agroecologico%20de%20plagas.pdf>

IICA-BID-PROCIANDINO. (1991). Experiencias en el cultivo de maíz en el área Andina. Quito, Ecuador: PROCIANDINO. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=LnGVuZtla6cC&pg=PA69&dq=el+cultivo+de+ma%C3%ADz&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwidh6mHrcTvAhUEXa0KHRVpAVYQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q&f=false>

Negrete, F. & Morales, J. (2003). El gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* Smith). Montería, Colombia: PRONATTA. Recuperado de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4870/2/20061127153058_El%20gusano%20cogollero%20del%20maiz.pdf

Negrete, B. F. y Morales, A. J. 2003. El gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* Smith). Corpoica Ecorregión Caribe Centro de Investigación Turipaná. Colombia. 26 p.

Ortigoza, J. López, C. & Gonzales, J. (2019). Guía técnica para el cultivo de maíz. San Lorenzo, Paraguay: JICA. (pp 15). Recuperado de https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf

Peñaherrera, D. (2011). Manejo integrado del cultivo de maíz de altura. Módulos de Capacitación para Capacitadores. Módulo 4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Quito - Ecuador. (pp 27). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3302/1/iniapscpm190.pdf>

Programa Manejo de Resistencia de Insectos [MRI] e IRAC Argentina. (2019). Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz: bases para su manejo y control en sistemas de producción. Argentina: REM – AAPRESID. https://www.uvic.cat/sites/default/files/altres_a2016_guia_elaborar_citas.pdf

Quiroz, D., & Merchán M. (2016). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro (*Zea mays* L.) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, Ecuador. 10-12. <file:///C:/Users/Hp%20Probook/Documents/8vo%20semestre/TALLER%20DE%20INVESTIGACION%20I/UNIDAD%201/GUIA-MAIZ.pdf>

- Ramos, N. & Santacruz, S. (2012). Evaluación de tres diluciones de un extracto de *Allium sativum* (AJO) y su posible uso como insecticida natural contra el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) en grano almacenado [tesis de licenciatura]. Universidad de el Salvador. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2330/>
- Rojas Martel, G. (2022). Actividad antifúngica del extracto acuoso de la semilla de higuera (*Ricinus communis*) en tres tipos de insectos (polillas, hormigas y pulgas). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 2808-2820. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2421
- Diana Romo-Asunción, Diana Elizabeth Martínez, Blanca Edna Vázquez-Martínez, Miguel Ángel Ramos-López, Rodolfo Figueroa-Brito, Antonio Flores Macías, Miguel Ángel Rea-López y Ma. Eustolia Rodríguez-Muñoz. (2015). Compuestos botánicos como alternativa para el manejo del gusano cogollero del maíz. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México D.F. <file:///C:/Users/Hp%20Probook/Documents/8vo%20semestre/TALLER%20DE%20INVESTIGACION%20I/UNIDAD%20I/Romo-Asuncinetal2015.pdf>
- Urretabizcaya, N. (2018). Manejo Integrado de plagas asociadas al cultivo de maíz. Estrategias de control. Universidad Nacional de Lomas de Zamora <http://www.maizar.org.ar/documentos/mip%20maizar.pdf>
- Velásquez, C. (2016). Efectos de dos insecticidas orgánicos en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), en la etapa de crecimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad trueno 74 NB 7443, en la comunidad Moran Valverde 1, parroquia San Carlos, cantón la joya de los sachas, provincia de orellana. [Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria]. Universidad Nacional de Loja.

VII. ANEXOS

7.1 Escala Davis (tabla 7.1)

Tabla 7.1 – Clasificación de daños mediante la escala de Davis

Puntuación (puntaje)	Calificación de 7 días (Davis et al. 1992)	Calificación de 14 días (Davis et al.1992)	Clasificación simplificada e independiente del día
0	Sin daños visibles (No hay daño visible)	Sin daños visibles (No hay daño visible)	Sin daños visibles (No hay daño visible)
1	Sólo lesiones de agujeros de alfiler presentes en las hojas del verticilo	Sólo lesiones de agujeros de alfiler presentes en las hojas del verticilo	Sólo agujeros de alfiler en las hojas
2	Presencia de orificios y pequeñas lesiones circulares en las hojas del verticilo	Presencia de orificios y pequeñas lesiones circulares en las hojas del verticilo	Agujeros y pequeñas lesiones circulares en las hojas del verticilo
3	Agujeros, pequeñas	Pequeñas lesiones	Agujeros, pequeñas



lesiones circulares y lesiones
 circulares y algunas circulares y
 algunas pequeñas algunas
 pequeñas lesiones lesiones
 lesiones alargadas pequeñas y
 elongadas (de forma alargadas de <
 (de forma rectangular) 1,3 cm (< 1/2")
 rectangular) de hasta 1,3 en las hojas del
 de hasta 1,3 cm (1/2") de verticilo y/o del
 cm (1/2") de longitud rizo
 longitud presentes en
 presentes en las hojas del
 las hojas del verticilo y del
 verticilo y del rizo
 rizo

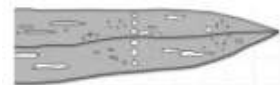


4

Presencia de Varias Pequeñas
 pequeñas lesiones lesiones
 lesiones alargadas de alargadas y
 alargadas en tamaño algunas
 las hojas del pequeño a medianas de
 verticilo y medio de 1,3 1,3-2,5 cm
 algunas a 2,5 cm (1/2"-1") en las
 lesiones (1/2-1") de hojas del
 alargadas de longitud verticilo y/o del
 tamaño presentes en rizo
 medio de 1,3 unas pocas
 a 2,5 cm hojas de
 (1/2-1") de verticilo y de
 longitud en rizo
 las hojas del



	verticilo y/o del rizo		
5	Presencia de pequeñas lesiones alargadas y de varias lesiones ala r g a d a s de tamaño medio en las hojas del verticilo y del rizo	Varias lesiones grandes y alargadas de más de 2,5 cm (1") de longitud presentes en algunas hojas del verticilo y del rizo y/o unos pocos agujeros de tamaño pequeño a mediano de forma uniforme a irregular (con membrana basal) comidos de las hojas del verticilo y/o del rizo	Pequeñas lesiones alargadas y varias medianas de 1,3-2,5 cm (1/2"-1") en las hojas del verticilo y/o del rizo
6	Lesiones pequeñas y medianas	Varias lesiones grandes y	Lesiones pequeñas y medianas



alargadas,	alargadas	alargadas,
además de	presentes en	además de
algunas	varias hojas	unas pocas
lesiones	del verticilo y	lesiones
grandes	del verticilo	grandes > 2,5
alargadas de	y/o varios	cm (> 1")
más de 2,5	agujeros	alargadas en
cm (1") de	grandes de	las hojas del
longitud	forma	verticilo y/o del
presentes en	uniforme a	rizo
las hojas del	irregular	
verticilo y/o	comidos de	
del rizo	las hojas del	
	verticilo y del	
	verticilo	

7

Muchas	Muchas	Muchas
lesiones	lesiones	lesiones
pequeñas y	alargadas de	alargadas
medianas	todos los	pequeñas y
alargadas	tamaños	medianas,
presentes en	presentes en	además de
las hojas del	varias hojas	varias lesiones
verticilo,	del verticilo y	alargadas
además de	del rizo,	grandes de >
varias	además de	2,5 cm (> 1")
lesiones	varios	en las hojas del
grandes	agujeros	verticilo y del
alargadas	grandes de	rizo
presentes en	forma	
las hojas del	uniforme a	
verticilo	irregular	



		comidos de las hojas del verticilo y del rizo	
8	Muchas lesiones alargadas pequeñas y medianas presentes en las hojas del verticilo, además de muchas lesiones alargadas grandes presentes en las hojas del verticilo	Muchas lesiones alargadas de todos los tamaños presentes en la mayoría de las hojas del verticilo y del rizo, además de muchos agujeros de tamaño medio a grande, de forma uniforme a irregular, comidos de las hojas del verticilo y del rizo	Muchas lesiones pequeñas y medianas alargadas en las hojas del verticilo, además de muchas lesiones grandes > 2,5 cm (1") alargadas en las hojas del verticilo y del rizo
9	Numerosas lesiones alargadas de todos los	Hojas de vertiente y de rizo casi todos los	Hojas de vertiente y de rizo casi



tamaños en totalmente totalmente
la mayoría destruidas destruidas
de las hojas
del verticilo y
del rizo,
además de
unos pocos
agujeros de
forma
uniforme a
irregular
(membrana
basal
consumida)
comidos
desde la
base de las
hojas del
verticilo y/o
del rizo



7.2 Registro de datos

Tabla 7.2 – Datos tomados en la primera aplicación de extractos

Tratamiento	Dañada	Nivel de daño	Daño en cogollo	Gusano o restos	Aumento o disminuyo
T0	NO	0%	NO	NO	
T3	SI	20%	SI	SI/RESTOS	DISMINUYO
T2	NO	0%	NO	NO	
T1	NO	0%	NO	NO	
T3	SI	25%	SI	SI/RESTOS	DISMINUYO
T4	SI	10%	NO	NO	DISMINUYO
T1	SI	25%	NO	SI/RESTOS	DISMINUYO
T3	SI	5%	NO	NO	DISMINUYO
T0	SI	20%	NO	SI/RESTOS	AUMENTO
T2	NO	0%	NO	NO	
T2	NO	0%	NO	NO	
T4	SI	15%	NO	SI/RESTOS	DISMINUYO
T4	NO	0%	NO	NO	
T1	NO	0%	NO	NO	
T0	SI	30%	SI	SI/AMBOS	AUMENTO

Tabla 7.3 – Datos tomados en la segunda aplicación de extractos

Tratamiento	Dañada	Nivel de daño	Daño en cogollo	Gusano o restos	Aumento o disminuyo
T0	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T3	SI	30%	SI	SI/AMBOS	AUMENTO
T2	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T1	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T3	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T4	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T1	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T3	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T0	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T2	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T2	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T4	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T4	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T1	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T0	SI	35%	SI	SI/AMBOS	AUMENTO

Tabla 7.4 – Datos tomados en la tercera aplicación de extractos

Tratamiento	Dañada	Nivel de daño	Daño en cogollo	Gusano o restos	Aumento o disminuyo
T0	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T3	SI	25%	NO	NO	DISMINUYO
T2	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T1	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T3	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T4	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T1	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T3	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T0	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T2	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T2	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T4	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T4	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T1	NO	0%	NO	NO	DISMINUYO
T0	SI	25%	NO	SI/RESTOS	DISMINUYO

Tabla de frecuencias

Tabla 7.5 – Frecuencias de daño foliar en las plantas

	28 de abril 2021		5 de mayo 2021		12 de mayo 2021	
Daño	Si	No	Si	No	Si	No
T0	2	1	1	2	1	2
T1	1	2	0	3	0	3
T2	0	3	0	3	0	3
T3	3	0	1	2	1	2
T4	2	1	0	3	0	3

Tabla 7.6 – Frecuencias de daño en el cogollo de las plantas

	28 de abril 2021	5 de mayo 2021	12 de mayo 2021
T0	1	1	0
T1	0	0	0
T2	0	0	0
T3	2	1	0
T4	0	0	0

Tabla 7.7– Frecuencias de gusanos o restos encontrados en las plantas

	28 de abril 2021	5 de mayo 2021	12 de mayo 2021
T0	1	1	1
T1	1	0	0
T2	0	0	0
T3	2	1	0
T4	1	0	0