

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“APLICACIÓN DE ACEITE VEGETAL EN EL CONTROL DE LOS GUSANOS DE LA MAZORCA EN CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

Juan Carlos Sánchez Guasti

TUTOR

ING. AGR. MG. Edgar Luciano Valle Velástegui

CEVALLOS – ECUADOR

2023

**“APLICACIÓN DE ACEITE VEGETAL EN EL CONTROL DE LOS GUSANOS DE LA
MAZORCA EN CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)”**

REVISADO POR:

Ing. Mg Luciano Valle
TUTOR

Aprobado por los miembros de calificación:

FECHA

9/03/2023

Ing. PhD Patricio Núñez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

9/03/2023

Ing. Agr. Mg Jorge Dobrosnki

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

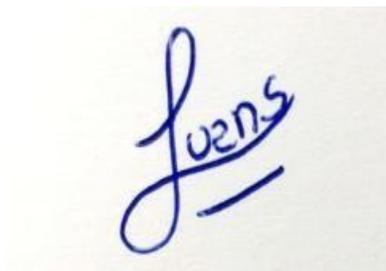
9/03/2023

Ing. Agr. Mg David Guerrero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, JUAN CARLOS SÁNCHEZ GUASTI, portador de la cédula de identidad N° 0502875982, declaro de manera libre y voluntaria que el proyecto de investigación titulado: “APLICACIÓN DE ACEITE VEGETAL EN EL CONTROL DE LOS GUSANOS DE LA MAZORCA EN CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)”, es original y avalo que la información que en ella se encuentre es propia y autentica, exceptuando información y datos que están identificados con citas y referencia bibliográficas.



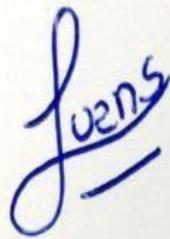
Juan Carlos Sánchez Guasti

CI: 0502875982

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar el informe final del proyecto de investigación titulado “APLICACIÓN DE ACEITE VEGETAL EN EL CONTROL DE LOS GUSANOS DE LA MAZORCA EN CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)”, previo a la obtención de título de Tercer nivel como grado de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, autorizo a la biblioteca de la Facultad que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la universidad.

Estoy de acuerdo que se realice cualquier copia de este proyecto, siempre y cuando este dentro de las regulaciones de la Universidad Técnica de Ambato y cuando esta reproducción no suponga ninguna ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este proyecto final, o parte de él.



Juan Carlos Sánchez Guasti

CI: 0502875982

DEDICATORIA

A Dios, por darme la sabiduría y fuerza para lograr este gran paso en mi vida gozando de salud y con toda mi familia completa.

A mi madre Mary por tener la paciencia y el amor de ayudarme en cada desafío que se me presentaba.

A mi amigo y padre a la vez Milton que siempre supo que yo podía dar más de mí, enseñándome a luchar por mis sueños.

A mi hermana Gaby que siempre estuvo apoyándome siempre por más que cometiera los mismos errores una y otra vez.

A mis sobrinas que son el amor de mi vida.

A mis amigos que ya no están conmigo y que estoy seguro que me ayudaron muchas veces a salir de varias dificultades.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a mi madre Mary por estar siempre a mi lado cuidándome y dándome todo lo necesario a pesar de ser una madre soltera, enseñándome todos los días a no rendirme y buscarla la manera de seguir mis sueños, inculcándome buenos valores para ser un hombre bueno, sobre todo agradecerle por quererme tanto incondicionalmente. A mi hermana Gaby por ser mi compañía de toda la vida enseñándome desde niño todo lo que sabía, cuidándome en la escuela y colegio siendo una mamá más para mí, dándome un buen ejemplo al ser una impecable mujer y una excelente madre.

A mi papa Milton por ser esa figura paterna que tanto me hacía falta, aconsejándome y apoyándome siempre a pesar de todo. Enseñándome a ser un hombre responsable y con principios.

A la Universidad Técnica de Ambato por haberme acogido en sus aulas dándome la oportunidad de ser un profesional útil para la sociedad. A todos mis docentes desde la preparatoria por compartir todos sus conocimientos tanto en el ámbito profesional como social.

De una manera especial a mi tutor el Ing. Edgar Luciano Valle Velástegui por brindarme todo su apoyo y paciencia para culminar mi proyecto de investigación. Al Ing. Jorge Dobronski por ayudarme con el tema de mi proyecto y brindarme todos sus conocimientos sobre el mismo. Al Ing. David Guerrero por sus acertados consejos para tener un excelente proyecto y a los ingenieros Walter Veloz y Edwin Pallo por dejarme utilizar sus parcelas para realizar mi investigación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO.....	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
1.2 OBJETIVOS.....	7
Objetivo General	7
Objetivos específicos	7
1.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	7
1.3.1 El cultivo de maíz	7
1.3.2 Características morfológicas.....	8
1.3.3 Exigencias edafoclimáticas.....	8
a. Exigencia de clima	8
b. Riego.....	8
c. Exigencias del suelo.....	8
1.3.4 Labores culturales	9
a. Preparación del terreno	9
b. Siembra	9
c. Fertilización.....	9
d. Cosecha.....	9
1.3.5 Plagas	10
1.3.6 Enfermedades.....	10

a. Bacteriosis	10
b. Roya	10
c. Carbón del maíz	10
1.3.7 <i>Helicoverpa zea</i>	11
a. Taxonomía.....	11
b. Ciclo de vida	11
1.3.8 <i>Euxesta eluta</i>	11
a. Taxonomía.....	12
b. Ciclo de vida	12
CAPÍTULO II.....	13
METODOLOGÍA.....	13
2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO).....	13
2.1.1 Características del lugar	13
2.2 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS	13
2.2.1 Equipos.....	13
2.2.2 Materiales.....	14
2.2.3 Insumos.....	14
2.3 FACTORES DE ESTUDIO	14
2.4 TRATAMIENTOS.....	15
2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	15
2.5.1 Descripción del ensayo	16
2.5.2 Esquema de la unidad experimental	16
2.5.3 Esquema de la disposición del ensayo en campo.....	17
2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	17
2.7 HIPÓTESIS	17

2.8	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	17
2.8.1	Características del cultivo	17
2.8.2	Formas de aplicación en los tratamientos	18
2.8.3	Riego.....	18
2.8.4	Deshierba.....	18
2.8.5	Cosecha.....	18
2.9	VARIABLES RESPUESTA.....	18
2.9.1	Número total de mazorcas	18
2.9.2	Peso total de mazorcas	18
2.9.3	Número de mazorcas sanas.....	19
2.9.4	Peso de mazorcas sanas	19
2.9.5	Número de mazorcas dañadas.....	19
2.9.6	Peso de mazorcas dañadas	19
2.9.7	Porcentaje de daño de la mazorca.....	19
2.9.8	Rendimiento.....	19
2.10	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	20
CAPÍTULO III.....		21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		21
3.1	Número total de mazorcas.....	21
3.2	Peso total de mazorcas	21
3.3	Número de mazorcas sanas	21
3.4	Peso de mazorcas sanas.....	24
3.5	Número de mazorcas dañadas	25
3.6	Peso de mazorcas dañadas.....	26
3.7	Porcentaje de daño de la mazorca	27

3.8 Rendimiento.....	28
CAPÍTULO IV.....	29
4.1 CONCLUSIONES	29
4.2 RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de mazorcas sanas.</i>	22
Tabla 2. <i>Prueba de Tukey al 5% para tiempos en la variable número de mazorcas sanas.</i>	23
Tabla 3. <i>Prueba de Tukey al 5% para Formas*Tiempos en la variable número de mazorcas sanas.</i>	23
Tabla 4. <i>Prueba de Tukey al 5% para tiempos en la variable peso de mazorcas sanas.</i>	24
Tabla 5. <i>Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de mazorcas dañadas.</i>	25
Tabla 6. <i>Prueba de Tukey al 5% para tiempos en la variable número de mazorcas dañadas.</i> .	26
Tabla 7. <i>Prueba de Tukey al 5% para tiempos en la variable peso de mazorcas dañadas.</i>	27
Tabla 8. <i>Porcentaje de daño de la mazorca por tratamiento.</i>	27

RESUMEN

El maíz (*Zea mays*) es un cultivo de fundamental importancia en el país para la alimentación de su población gracias a su alto contenido de propiedades nutricionales y su gran adaptabilidad a las diferentes regiones de Ecuador, por lo que para mantener su productividad se deben llevar a cabo varias investigaciones que nos permitan descubrir nuevas estrategias que nos ayuden a mejorar su calidad y rendimiento. En los últimos 20 años este cultivo ha mantenido su producción. Sin embargo, en la actualidad el cultivo de maíz se ha visto muy afectado por los gusanos de la mazorca *Helicoverpa zea* y *Euxesta eluta* a gran escala provocando pérdidas significativas en su producción y económicas en los agricultores. Por lo cual, en la presente investigación se utilizó un método natural de aplicación con aceite vegetal para el control de estos gusanos. Para ello, se realizaron dos formas de aplicación, una con gotero y otra usando torundas de algodón, también se emplearon tres tiempos de aplicación de aceite vegetal, al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina y en el testigo se realizó control químico utilizando un insecticida (Acetamiprid). Las variables analizadas fueron: número y peso total de mazorcas, número y peso de mazorcas sanas, número y peso de mazorcas dañadas, porcentaje de daño de la mazorca y rendimiento. En el número y peso total de mazorcas no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto al número de mazorcas sanas se observó un efecto significativo en las fuentes de variación tratamientos, tiempos y la interacción formas*tiempos, dando mejores resultados con el tratamiento F1A3 (Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, a los 8 y 16 días de la floración femenina). Para el peso de mazorcas sanas se evidencio diferencias significativas en los tiempos de aplicación, siendo la aplicación al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina (A3) la más adecuada. En el número de mazorcas dañadas se notó diferencias significativas con el tratamiento F1A3. En cuanto al peso de mazorcas dañadas hubo diferencias significativas en los tiempos de aplicación (A3). En el porcentaje de daño de la mazorca se observó un 15 % de daño con el tratamiento F1A3, reportando este el menor % de daño de todos los tratamientos incluido el testigo. En cuanto al rendimiento no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, pero si numéricas, dando como resultado 5433 kg/ha con el tratamiento F1A3.

Palabras clave: aceite vegetal, maíz, variables, rendimiento

ABSTRACT

Corn (*Zea mays*) is a crop of fundamental importance in the country for the feeding of its population thanks to its high content of nutritional properties and its great adaptability to the different regions of Ecuador, so in order to maintain its productivity, several researches must be carried out to discover new strategies that allow us to improve its quality and yield. In the last 20 years this crop has maintained its production. However, at present the corn crop has been greatly affected by earworms *Helicoverpa zea* and *Euxesta eluta* on a large scale, causing significant production and economic losses to farmers. Therefore, in the present research, a natural method of application with vegetable oil will be used to control these worms. For this purpose, two forms of application were used, one with a dropper and the other using cotton swabs. Three times of application of vegetable oil were also used, at the beginning, 8 and 16 days after female flowering, and in the control, chemical control was carried out using an insecticide (Bacan), different variables were analyzed (total number of ears, total weight of ears, number of healthy ears, weight of healthy ears, number of damaged ears, weight of damaged ears, percentage of ear damage and yield). No significant differences between treatments were observed in the number and total weight of ears. Regarding the number of healthy ears, a significant effect was observed in the sources of variation treatments, times and the interaction forms*times, giving better results with treatment F1A3 (application of vegetable oil with a dropper at the beginning, 8 and 16 days after female flowering). For the weight of healthy ears, there were significant differences in the application times, with the application at the beginning, 8 and 16 days after female flowering (A3) being the most appropriate. Significant differences in the number of damaged ears were observed with treatment F1A3. As for the weight of damaged ears, there were significant differences in the application times (A3). In the percentage of ear damage, 15% damage was observed with treatment F1A3, which reported the lowest percentage of damage of all treatments, including the control. In terms of yield, there were no significant differences between treatments, but there were numerical differences, resulting in 5433 kg/ha with treatment F1A3.

Key words: vegetable oil, corn, variables, yield.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz es uno de los más importantes en el Ecuador debido a su gran aporte en ayudar a la seguridad alimentaria de toda la población ecuatoriana, es un cultivo transitorio que ocupa 67.000 ha sembradas en la región Sierra o Andina, el rendimiento y producción del mismo ha tenido un crecimiento sostenible durante los últimos 20 años. Sin embargo, estos cultivos sufren pérdidas de hasta el 70% a causa de los gusanos *Helicoverpa zea* y *Euxesta eluta* INIAP (2015), por lo cual este trabajo investigativo permitirá desarrollar estrategias de control amigables con el medio ambiente y económicas para disminuir el ataque de estos gusanos en el cultivo de maíz y así el agricultor pueda mejorar el rendimiento de su cosecha sin la necesidad de afectar su economía.

El maíz es una planta monocotiledónea que pertenece a la gran familia de las gramíneas, esta comprende 3 géneros que son: *Tripsacum*, *Zea* y *Euchlaena*, todos son de origen americano, el maíz se esparció por todo el mundo gracias a su alta capacidad de crecer en muchos climas diferentes. La fisiología de este cultivo va a depender mucho del factor genético, así como también de la forma de crecimiento, el desarrollo de la planta tiende a depender de ciertas condiciones ambientales como: humedad, temperatura y aireación (Cruz, 2015). Por lo general los periodos de sequía y temperaturas elevadas promueven una temprana maduración en la etapa de germinación. Las condiciones de clima y suelo que requiere este cultivo son una precipitación de 600 a 1200 mm repartidas durante el ciclo del cultivo, una temperatura mínima de 10-20°C y máxima de 30-32°C, el cultivo de estar a una altitud de 2200 a 2800 msnm, el pH óptimo es de 6 a 7.5 y necesita suelos francos, sueltos y ricos en materia orgánica (Eyherabide *et al.*, 2019).

El gusano del choclo (*Helicoverpa zea*) es un lepidóptero ditrisio de la familia Noctuidae, en el maíz este se alimenta de las mazorcas y las espigas que están inmaduras, por lo general los adultos tienen hábitos nocturnos por que responden a las radiaciones que genera la luz nocturna, suelen tener una tendencia migratoria con regularidad para buscar lugares con climas cálidos y templados (Luttrell, 2017).

Las hembras ovipositan huevecillos en los pelos del jilote en cantidades muy pequeñas como de uno a tres, los cuales se alimentan de los granos jóvenes, en su tercer estadio las larvas sufren un cambio y se convierten en carnívoras quedando así solo una oruga que posteriormente seguirá alimentándose de la punta de la mazorca, presenta cuatro fases de desarrollo, que tiene una duración de 28 a 45 días. Cuando la larva completa su desarrollo deja de alimentarse y se dirige al suelo a enterrarse a aproximadamente 10 cm para seguir con su ciclo de vida restante (Pogue, 2015).

En diversas áreas de la sierra ecuatoriana en donde se cultiva maíz, la mosca (*Euxesta eluta*) representa una de las grandes plagas que afectan a los granos tiernos en la mazorca, los ataques de *E. eluta*, son más prominentes en cultivos de maíz de siembra primaveral temprana (Martos, 2018). La forma adulta de este insecto es representada por una mosca con franjas oscuras en sus alas que es muy característico. Las hembras ponen sus huevos en las partes terminales de la mazorca entre las brácteas y los estigmas florales femeninos. Las larvas se internan en la mazorca a lo largo de los pelos para alimentarse y luego introducirse en los granos, presenta un ciclo de vida de 27 días. Cuando su ciclo evolutivo termina la larva pupa a unos 4-5 cm bajo la superficie del suelo para luego emerger como adulto y continuar con su ciclo biológico (Cortez *et al.*, 2020).

Los aceites vegetales se pueden usar para combatir múltiples plagas en diferentes cultivos, ya que se sabe que cuando están en su estado natural evitan que las plagas ataquen a los cultivos, muchos pesticidas sintéticos se convierten parcialmente en un problema por que conllevan a generar resistencia y matar a los enemigos naturales de las plagas, por lo que ha dado como resultado el interés en los aceites vegetales como un control seguro, desarrollando así nuevas tecnologías para crear residuos naturales a base de aceites vegetales (Salas, 2016).

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Molina (2011) menciona que el gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea*) en los cultivos de maíz es una de las plagas más importantes del país, ocasionando pérdidas cuantiosas a los productores, reduciendo su rendimiento, por lo cual se han propuesto controles biológicos de bajos costos como es el uso de extractos o aceites vegetales para el control de esta plaga, dando un ayuda económica y eficiente en el cultivo de maíz.

Este control con aceites vegetales tiene como objetivo principal la conservación de los hábitats naturales generando un servicio ambiental que beneficia a los cultivos y dan como resultado un eficaz método de conservación de varias áreas naturales que albergan muchas especies nativas que deben protegerse (Molina, 2011).

Brechelt (2014) mediante una tesis de grado en Nicaragua determino que tres aplicaciones de aceite vegetal fueron las más convenientes para el control de *Helicoverpa zea*, haciendo énfasis en la aplicación temprana del aceite ya que la aplicación en una etapa madura de la mazorca no causa ningún tipo de efecto por lo que las larvas ya se encuentran alimentando de los granos del maíz.

En la investigación realizada por Tejada (2000) determinó que la aplicación de este tipo de control con aceite vegetal para la mosca (*Euxesta eluta*), asegura un excelente rendimiento del cultivo, obteniendo como resultado cholos de excelente calidad que ayudan a su rápida comercialización y brindan muchos beneficios económicos, además, de preservar y proteger los recursos naturales y al medio ambiente, también contribuyen a la salud y economía de los productores que suelen ser los más afectados. Su alta eficiencia, costo muy bajo y fácil aplicación hacen que esta práctica sea muy recomendable entre las diversas zonas maiceras del país. Para la aplicación se puede utilizar cualquier tipo de aceite mientras tanto sea de origen vegetal, ya que este es mucho más suelto que los aceites minerales y tiene una alta capacidad de penetración en la mazorca.

Castillo (2003) menciona que la aplicación de aceite vegetal para el control de gusanos en la mazorca actúa mejor con larvas en sus primeros estadios, presentando un efecto de asfixia o ahogamiento y reduciendo considerablemente su población, disminuyendo considerablemente problemas de pudrición en los granos de la mazorca, aumentando su rendimiento y producción.

Herrera (2012) evidencio mediante una investigación que los usos de aceites vegetales facilitan el control de gusanos reduciendo la ovoposición y la eclosión de varios huevos en la mazorca, siendo así un control sumamente económico que reduce el uso de insecticidas químicos que afectan a la salud de los agricultores y aportan un daño significativo al medio ambiente.

Figuroa *et al.*, (2005) mediante un artículo científico evaluaron un efecto protector de varios aceites vegetales contra gusanos de la mazorca, encontrando que la cantidad de glicerina que tienen los aceites de palma africana aportan un alto efecto insecticida, interrumpiendo su ciclo de vida e impidiendo la reproducción de gusanos como *A. obtectus* y *C. maculatus*. En correlación al número de huevos que fueron ovopositados en los estigmas florales por las hembras de *A. obtectus* y *C. maculatus*, se puede observar que en el tratamiento en donde se aplicó aceite de palma africana, no existía la presencia de huevos mientras que en el testigo en donde no se ocupó ningún aceite vegetal se notó la presencia de varios huevos ovopositados por las hembras de las dos especies.

La mortalidad que se observó fue muy alta en relación a la deposición de huevos por parte de las hembras de *A. obtectus* y *C. maculatus* y consiguientemente hubo una gran imposibilidad para la reproducción de ambas especies, notando así una alta efectividad del aceite de palma africana para este tipo de control alternativo, siendo este muy económico y reduciendo al máximo el riesgo de intoxicación de la planta que sufre con insecticidas químicos, más aún cuando se abusa de los mismos (Figuroa *et al.*, 2005).

Una herramienta muy utilizada para el control de *H. zea* son los cultivos transgénicos, como por ejemplo los (maíces Bt) que tienen incorporado genéticamente proteínas insecticidas de *Bacillus thuringiensis*, cuando se da el proceso de esporulación crea cuerpos cristalinos de naturaleza proteica que son muy tóxicos para varias larvas de insectos (Lombardo, 2022).

Larson et al., (2020) menciona en base a su investigación que las hembras además de ovipositar en la base de los estigmas también tienen preferencias en las zonas de fermentación provocadas por larvas de *H. zea*, esto provoca pudriciones que pueden favorecer la entrada de insectos y enfermedades que dañan los granos de la mazorca. Los tratamientos químicos no son muy efectivos ya que, durante el final del ciclo del cultivo, el desarrollo del canopeo no permite que el producto no tenga una adecuada cobertura.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo General

Aplicar aceite vegetal para el control de los gusanos de la mazorca *Helicoverpa zea* y *Euxesta eluta*.

Objetivos específicos

- Determinar la forma de aplicación de aceite vegetal más adecuada para el control de los gusanos de la mazorca *Helicoverpa zea* y *Euxesta eluta* en cultivo de maíz.
- Evaluar los tiempos de aplicación de aceite vegetal más convenientes para el control de los gusanos de la mazorca *Helicoverpa zea* y *Euxesta eluta* en cultivo de maíz.
- Estimar el porcentaje de daño en la mazorca de maíz después de la aplicación con aceite vegetal.

1.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

1.3.1 El cultivo de maíz

El maíz es un cultivo muy importante y antiguo que se remonta desde hace unos 7000 años, de origen indígena que se distribuía en México y América Central. En la actualidad es uno de los cultivos más importantes que podemos encontrar en todo el mundo por su alto rendimiento y producción (Acosta, 2009).

1.3.2 Características morfológicas

La planta de maíz presenta un porte muy robusto con fácil desarrollo, además de producción anual. El tallo puede alcanzar una altura de 4 metros es simple erecto y no presenta ramificaciones. Consta de una inflorescencia monoica, sus hojas son largas, paralelinervias, lanceoladas y alternas, los extremos son afilados y cortantes, tiene raíces son fasciculadas que la ayudan a anclarse muy bien en el suelo (Villacís, 2021).

1.3.3 Exigencias edafoclimáticas

a. Exigencia de clima

Requiere una temperatura de 25 a 30°C, con una alta incidencia de luz solar, este puede soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C. Para la fructificación requiere una temperatura de 20 a 32°C (García, 2005).

b. Riego

El maíz requiere unos 5 mm de agua al día, las necesidades hídricas van cambiando, al nacer requiere una pequeña cantidad de agua, pero a cambio necesita mantener su humedad constante. Cuando empieza la fase de crecimiento vegetativo la planta necesita más agua, así como durante la floración ya que en este periodo depende mucho del agua para que la planta tenga una buena polinización y cuajado (Umaña, 2007).

c. Exigencias del suelo

El maíz puede adaptarse muy bien a varios tipos de suelos, aunque se adaptan mejor en suelos con p H entre 6 a 7, también requiere suelos ricos en materia orgánica y profundos con una buena circulación para el drenaje (Ciampitti *et al.*, 2010).

1.3.4 Labores culturales

a. Preparación del terreno

Se realiza un arado con grada para garantizar un terreno suelo que sea capaz de captar el agua sin encharcamientos, también se realiza un arado de vertedera con una profundidad de 30 a 40 cm, el terreno debe estar totalmente limpio de rastrojos (Turiján *et al.*, 2012).

b. Siembra

Es recomendable elegir las semillas que sean resistentes a enfermedades y plagas antes de empezar a sembrar, cuando el suelo alcance 12°C, se procede a sembrar a una profundidad de 5cm, esta puede ser en llano, a golpes o a surcos. La siembra es recomendable hacerla en el mes de abril (Soto, 2013).

c. Fertilización

El suelo debe tener un abonado de suelo rico en P y K, las cantidades que se pueden utilizar son 0.3 kg de P en 100 kg de abono. Además, un gran aporte de nitrógeno especialmente en la fase de crecimiento vegetativo. En la fase de desarrollos cuando la planta tenga de 6 a 8 hojas se realiza un abonado flojo, a partir de que esa cantidad de hojas se presenten se puede aplicar 82% de abonado nitrogenado, 70% de abonado fosforado y 92% de abonado en potasa. Cuando se dé la formación del grano los abonados tienen que ser mínimos, es de suma importancia establecer un abonado según las necesidades que presente la planta (Ávarez *et al.*, 2010).

d. Cosecha

Esta se puede darse a mano o por medio de maquinaria de recolección, en este cultivo puedes cosechar un maíz suave o duro dependiendo de la etapa en la que quieras cosechar las mazorcas. La conservación del grano del maíz debe mantenerse con un contenido de humedad de 35 a 45% (Deras, 2020).

1.3.5 Plagas

a. En el caso de los pulgones en más peligroso es *Rhopalosiphum padi*, ya que se puede alimentar de la savia provocando una disminución del rendimiento.

b. La *Ostrinia nubilalis*, es un barrenador del tallo, las larvas empiezan alimentándose de las hojas y terminan por introducirse en el interior del tallo provocando que acabe por romperse.

c. El *Agriotes spp.* ataca directamente a los granos de la mazorca que tienen problemas de emergencia, los adultos son prácticamente inofensivos, pero sus larvas son un gran peligro para el cultivo.

d. El gusano *Helicoverpa armigera* provoca daños severos al cultivo ya que atacan en las etapas de desarrollo, alimentándose de las plántulas jóvenes (Barceló, 2014).

1.3.6 Enfermedades

a. Bacteriosis

Xanthomonas stewartii, atacan al maíz suave. Presenta síntomas como decoloración de las hojas que van desde el verde claro a un amarillo pálido, si esta enfermedad se intensifica produce un bajo crecimiento de la planta.

b. Roya

Es producida por un hongo llamado *Puccinia sorghi*, estas son pustulas de color marrón que se presentan en el haz y envés de la hoja que rompen la epidermis.

c. Carbón del maíz

Lo genera un hongo llamado *Ustilago maydis*, se pueden observar agallas en el tallo, hojas y mazorcas, se desarrolla en temperaturas de 25 a 33°C y se controla con tratamientos fungicidas específicos (Taba, 2004).

1.3.7 *Helicoverpa zea*

El gusano de la mazorca es una plaga del orden lepidóptero que afectan al cultivo del maíz en su estado larvario, principalmente en la etapa de reproducción, generando daños desde los estigmas hasta los granos del maíz.

a. Taxonomía

Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Lepidóptera
Familia	Noctuidae
Género	Helicoverpa
Especie	Helicoverpa zea

Fuente: Sunita, 2017

b. Ciclo de vida

El ciclo de vida dura de 28 a 45 días a 25° C, comienza cuando las hembras ovipositan entre 500 a 3000 huevecillos que tardan en eclosionar de 2 a 5 días, mientras que en su estado larvario tardan en desarrollarse de 14 a 15 días. Después comienza su fase conocida como pupa que dura de 12 a 15 días en el suelo a una profundidad de 5 a 10 cm. Esta plaga termina su ciclo como polilla donde sobrevive de 15 a 30 días (Guzmán et al., 2016).

1.3.8 *Euxesta eluta*

Es una de las principales plagas que atacan el cultivo de maíz suave, el adulto es una mosca que presenta unas características franjas en sus alas, las hembras ovipositan en los estigmas florales femeninos las larvas que emergen viajan a los granos del choclo para cumplir su ciclo evolutivo.

a. Taxonomía

Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Díptera
Familia	Ulidiidae
Género	Euxesta
Especie	E. eluta

Fuente: Gallardo, 2013

b. Ciclo de vida

Su desarrollo se completa entre 24 a 27 días a una temperatura de 25 a 30° C. Las hembras oviponen en grupos de 2 a 40 huevecillos, en la base de los estigmas. El estado larvario dura 13 días y una vez completado pupan en la tierra a unos 4-5 cm de la superficie, el estado de la pupa tiene una duración de 7 días y al cabo de este tiempo emergen los imagos, completándose así su ciclo de vida (Hamity, 2005).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)

La investigación se realizó en la granja experimental Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato, esta se localiza en la provincia de Tungurahua, cantón Cevallos, con una altitud de 2865 msnm y sus coordenadas geográficas son 01° 22'08'' al Sur y 78°36'22'' (Repositorio de posicionamiento digital GPS).

2.1.1 Características del lugar

De acuerdo a la información cartográfica del INAMHI (2015) las condiciones climáticas que presenta el cantón Cevallos son una precipitación anual de 494,0 mm, evapotranspiración anual de 2,6 mm, heliofanía 771,0 h luz /año, humedad relativa 75,8%, velocidad de viento 1,6 m/s y una temperatura media diaria de 13,5° C. Según la información Cartográfica del MAGAP (2017), la taxonomía de los suelos en el territorio del Cantón Cevallos se identifican los siguientes órdenes de suelos: Entisol, Inceptisol, Entisol + Inceptisol y Mollisol. La combinación de los suelos entisol + inceptisol cubren el 66.56% del territorio, seguido del orden molisol que cubre el 30,11 % del territorio cantonal y la fuente hídrica que se utiliza en la facultad de ciencias agropecuarias es el canal ambato-huachi-pelileo y la acequia mocha-huachi. el estudio del análisis de agua que se presenta en este canal, tiene un ph de 7,78, una alcalinidad total de 100 mg/l, dureza de 88 mg/l, conductividad eléctrica de 321,5 umhos/cm (CNRH, 2020).

2.2 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

2.2.1 Equipos

- Balanza digital
- Computadora
- Calculadora

2.2.2 Materiales

- Goteros
- Torundas de algodón
- Piola de plástico
- Amarraderas de plástico
- Etiquetas
- Estacas y carteles de madera
- Sacos
- Bomba manual de agua
- Libreta de campo

2.2.3 Insumos

- Aceite vegetal
- Insecticida Bacan (Acetamiprid)

2.3 FACTORES DE ESTUDIO

A) Formas de aplicación del aceite vegetal.

F1: Gotero

F2: Torunda de algodón

B) Tiempos de aplicación

A1: Inicio de la floración femenina

A2: 8 días después de la floración femenina

A3: 16 días después de la floración femenina

2.4 TRATAMIENTOS

Tratamientos	Simbología	Descripción
1	F1 A1	Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio de la floración femenina.
2	F1 A2	Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio y a los 8 días de la floración femenina.
3	F1 A3	Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, a los 8 y 16 días de la floración femenina.
4	F2 A1	Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio de la floración femenina.
5	F2 A2	Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio y a los 8 días de la floración femenina.
6	F2 A3	Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio, a los 8 y 16 días de la floración femenina.
7	T	En el testigo se aplicó un insecticida químico, Bacan (Acetamiprid) al inicio de la floración.

2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial (2x3+1) con tres repeticiones. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de Tukey al 5%, para las variables que resulten significativas.

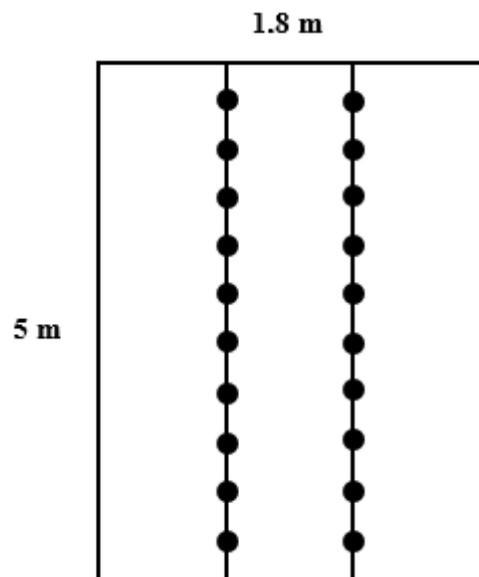
2.5.1 Descripción del ensayo

Número de unidades experimentales	21
Largo de la parcela	20 m
Ancho de la parcela	16.2 m
Área total de la parcela	324 m ²
Distancia entre plantas	50 cm
Distancia entre hileras	60 cm
Número de plantas por tratamiento	20

2.5.2 Esquema de la unidad experimental

Figura 1.

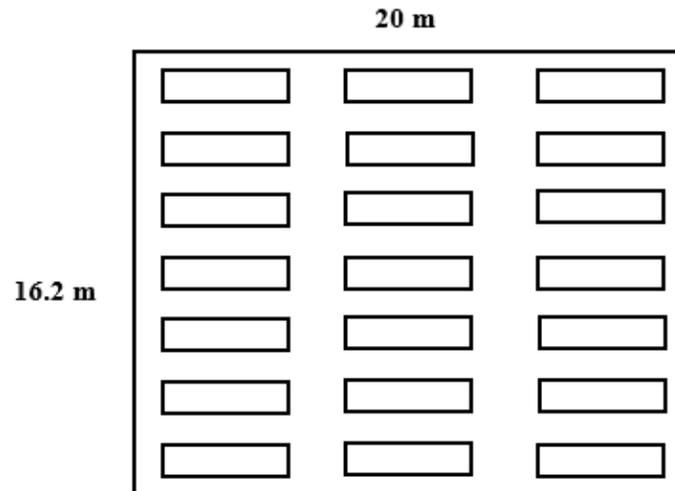
Superficie de la parcela



2.5.3 Esquema de la disposición del ensayo en campo

Figura 2.

Esquema del ensayo.



2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La toma de datos se realizó en la cosecha, en su etapa de choclo. La interpretación de los resultados se realizó en el programa estadístico INFOSTAT.

2.7 HIPÓTESIS

En el cultivo de maíz con la aplicación del aceite vegetal con gotero al inicio, a los 8 y 16 días de la floración se disminuirá el porcentaje de daño causado en la mazorca por el gusano (*Helicoverpa zea*), más que con un control químico.

2.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.8.1 Características del cultivo

Esta investigación se realizó en un cultivo establecido de maíz de 2 meses de edad y los tratamientos fueron empleados en la etapa de floración femenina, estos predios se encuentran ubicados en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

2.8.2 Formas de aplicación en los tratamientos

Se realizaron dos formas y tres tiempos de aplicación en los 6 tratamientos. En la primera forma de aplicación con la ayuda de un gotero se colocará de 4 a 6 gotas de aceite vegetal en la punta de la mazorca, en el lugar de salida de los pelos del choclo (estigmas), al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina. En la segunda forma de aplicación se empapará una torunda de algodón con aceite vegetal y se esparcirá por los estigmas del choclo al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina y en el testigo se aplicará un insecticida químico Bacan (Acetamiprid), con una dosis de 100g/200 litros al inicio de la floración.

2.8.3 Riego

El riego se lo realizó una parte por goteo y otra por lluvia tomando en cuenta los requerimientos que exige el cultivo y tomando en cuenta las condiciones climáticas que cambian mucho en el sector.

2.8.4 Deshierba

En el desarrollo del cultivo se realizó el deshierbe de forma manual con azadón y rastrillo, de acuerdo a la presencia de las malas hierbas.

2.8.5 Cosecha

Se realizó una cosecha en su etapa de choclo de acuerdo al término de sus tratamientos, las mazorcas se colocaron en sacos con sus respectivas etiquetas según su tratamiento.

2.9 VARIABLES RESPUESTA

2.9.1 Número total de mazorcas

Al terminar la cosecha se contabilizó el número de mazorcas totales por cada tratamiento.

2.9.2 Peso total de mazorcas

En una balanza digital se pesó el número total de mazorcas cosechadas por tratamiento.

2.9.3 Número de mazorcas sanas

Al terminar la cosecha se contabilizó el número de mazorcas sanas por cada tratamiento.

2.9.4 Peso de mazorcas sanas

En una balanza digital se pesó las mazorcas sanas cosechadas por tratamiento.

2.9.5 Número de mazorcas dañadas

Al terminar la cosecha se contabilizó el número de mazorcas dañadas por cada tratamiento.

2.9.6 Peso de mazorcas dañadas

En una balanza digital se pesó las mazorcas dañadas cosechadas por tratamiento.

2.9.7 Porcentaje de daño de la mazorca

En cada tratamiento, se calculó el porcentaje de daño de la mazorca y del grano causadas por *Helicoverpa zea* y *Euxesta eluta.*, según la escala de daño de CIMMYT (2015), donde:

0= sana

1= 1-10%

2= 11-25%

3= 26-50%

4= 51-75%

5= 76-100%

2.9.8 Rendimiento

Se pesó el total de mazorcas por tratamiento, en su etapa de choclo y después estos resultados fueron expresados en kg/ha.

2.10 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos obtenidos fueron transcritos en Excel 2016 y analizados con el programa estadístico INFOSTAT. Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) con pruebas de significación de Tukey al 5%, para las variables que resultan significativas.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Número total de mazorcas

Realizado el Análisis de Varianza para la variable número total de mazorcas (Anexo 1), se determinó que no existe diferencias significativas para todas las fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 5.29%.

Según Reyes *et al.* (2017), los datos analizados, permitieron deducir que las formas y tiempos de aplicación del aceite vegetal en la mazorca no producen cambios significativos ni numéricos entre tratamientos.

3.2 Peso total de mazorcas

Realizado el análisis de variancia para la variable peso total de mazorcas (Anexo 2), no reportó diferencias significativas para todas las fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 10.67%.

Sayago *et al.* (2007), menciona que las formas de aplicación de aceite vegetal con gotero o torunda de algodón y los tiempos de aplicación no producen cambios significativos en los tratamientos ya que las larvas al alimentarse de los granos de la mazorca se desarrollan y por eso no se puede notar una considerable variación en el peso.

3.3 Número de mazorcas sanas

Realizado el análisis de variancia para la variable número de mazorcas sanas (Anexo 3), reportó diferencias significativas al 1% para las fuentes de variación tratamientos y tiempos de aplicación y diferencia significativa al 5% para la interacción formas*tiempos. El coeficiente de variación fue de 6.75%.

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de mazorcas sanas (Tabla 1), detecto dos rangos de significación, el primer rango se encuentran los tratamientos F1A3 (Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, a los 8 y 16 días de la floración femenina), F2A3 (Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio, a los 8 y 16 días de la floración

femenina), T (Aplicación de insecticida químico (Bacan) al inicio de la floración), F2A2 (Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio y a los 8 días de la floración femenina), F2A1 (Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio de la floración femenina), F1A2 (Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio y a los 8 días de la floración femenina) sobresaliendo el tratamiento de aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, 8 y 16 después de floración femenina (F1A3) con un promedio de 22.67 mazorcas sanas, en el segundo rango de significación se encuentra el tratamiento F1A1 (Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio de la floración) con un promedio de 15 mazorcas sanas.

Tabla 1.

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de mazorcas sanas.

Tratamientos	Media (Unidad)	Rangos
F1A3	22.67	A
F2A3	21.00	A
T	20.67	A
F2A2	19.33	A
F2A1	19.33	A
F1A2	10.00	A
F1A1	15.00	B

Para el factor tiempo de aplicación del aceite vegetal, la prueba de Tukey al 5% para número de mazorcas sanas (Tabla 2), refleja dos rangos de significación, en el primer rango se encuentra la aplicación al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina (A3), con un promedio de 21.83 mazorcas sanas, en el segundo rango de significación se encuentra la aplicación al inicio y 8 días después de la floración femenina (A2), con un promedio de 19.17 mazorcas sanas y la aplicación al inicio de la floración femenina (A1), con un promedio de 17.17 mazorcas sanas.

Tabla 2.*Prueba de Tukey al 5% para tiempos en la variable número de mazorcas sanas.*

Tiempos	Media (Unidad)	Rangos
A3	21.83	A
A2	19.17	B
A1	17.17	B

La prueba de Tukey al 5% para la interacción Formas*Tiempos de aplicación de aceite vegetal, en la variable mazorcas sanas (Tabla 3), detecto dos rangos de significación, en el primer rango se encuentran las interacciones F1A3 (Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, a los 8 y 16 días de la floración femenina), F2A3 (Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio, a los 8 y 16 días de la floración femenina), F2A2 (Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio y a los 8 días de la floración femenina), F2A1 (Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio de la floración femenina), F1A2 (Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio y a los 8 días de la floración femenina), destacando la forma aplicación de aceite vegetal con gotero (F1) y los tiempos de aplicación al inicio 8, 16 días después de la floración femenina (A3), con un promedio de 22.67 mazorcas sanas. En el segundo rango se encuentra la forma de aplicación de aceite vegetal con gotero (F1) y el tiempo de aplicación al inicio de la floración femenina (A1), con un promedio de 15 mazorcas sanas.

Tabla 3.*Prueba de Tukey al 5% para Formas*Tiempos en la variable número de mazorcas sanas.*

Formas	Tiempos	Media (Unidad)	Rangos
F1	A3	22.67	A
F2	A3	21.00	A
F2	A2	19.33	A
F2	A1	19.33	A
F1	A2	19.00	A B
F1	A1	15.00	B

De acuerdo con Dávila (2013), tanto la forma en que se aplica el aceite vegetal como los tiempos de aplicación del mismo influyen en las diferencias significativas entre tratamientos, siendo la aplicación con gotero en tres periodos de tiempo lo más adecuado para disminuir la población de plagas en el cultivo de maíz.

3.4 Peso de mazorcas sanas

Realizado el análisis de variancia para la variable peso de mazorcas sanas (Anexo 4), reportó diferencia significativa al 5% para la fuente de variación tiempos de aplicación de aceite vegetal. El coeficiente de variación fue de 10.42%

La prueba de Tukey al 5% para el factor tiempos de aplicación de aceite vegetal, en la variable peso de mazorcas sanas (Tabla 4), detecto dos rangos de significación, en el primer rango se encuentra la aplicación al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina (A3), con un promedio de 3.92 kg de mazorcas sanas. En el segundo rango de significación se encuentra la aplicación al inicio y 8 días después de la floración femenina (A2), con un promedio de 3.51 kg de mazorcas sanas y la aplicación al inicio de la floración femenina (A1), con un promedio de 3.09 kg de mazorcas sanas.

Tabla 4.

Prueba de Tukey al 5% para tiempos en la variable peso de mazorcas sanas.

Tiempos	Media (kg)	Rangos
A3	3.92	A
A2	3.51	B
A1	3.09	B

Según Chávez *et al.* (2010), la aplicación de aceite vegetal al inicio, 8 y 15 días después de la floración femenina produce diferencias significativas en el peso de las mazorcas, dando como resultado un peso rentable de mazorcas sanas en el cultivo, como lo demostró el análisis de varianza para la variable peso de mazorcas sanas.

3.5 Número de mazorcas dañadas

Realizado el análisis de variancia para la variable número de mazorcas dañadas (Anexo 5), reportó diferencia significativa al 1% para la fuente de variación tiempos de aplicación de aceite vegetal y tratamientos. El coeficiente de variación fue de 21.24%.

La prueba de Tukey al 5% para el factor tratamientos en la variable número de mazorcas dañadas (Tabla 5), detecto dos rangos de significación, el primer rango se encuentran los tratamientos F1A3 (Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, a los 8 y 16 días de la floración femenina), F2A3 (Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio, a los 8 y 16 días de la floración femenina), T (Aplicación de insecticida químico (Bacan) al inicio de la floración), F2A2 (Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio y a los 8 días de la floración femenina), F1A2 (Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio y a los 8 días de la floración femenina), F2A1 (Aplicación de aceite vegetal con torunda de algodón al inicio de la floración femenina), sobresaliendo el tratamiento de aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, 8 y 16 después de floración femenina (F1A3) con un promedio de 4 mazorcas dañadas, en el segundo rango de significación se encuentra el tratamiento con gotero al inicio de la floración (F1A1) con un promedio de 9 mazorcas dañadas.

Tabla 5.

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de mazorcas dañadas.

Tratamientos	Media (Unidad)	Rangos
F1A3	4.00	A
F2A3	4.33	A
F2A2	6.67	A B
T	6.67	A B
F1A2	7.00	A B
F2A1	7.33	A B
F1A1	9.00	B

La prueba de Tukey al 5% para el factor tiempos de aplicación de aceite vegetal, en la variable número de mazorcas dañadas (Tabla 6), detecto dos rangos de significación, en el primer rango se encuentra la aplicación al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina (A3), con un promedio de 4.17 de mazorcas dañadas, en el segundo rango de significación se encuentra la aplicación al inicio y 8 días después de la floración femenina (A2), con un promedio de 6.83 de mazorcas dañadas y la aplicación al inicio de la floración femenina (A1), con un promedio de 8.17 de mazorcas dañadas.

Tabla 6.

Prueba de Tukey al 5% para tiempos en la variable número de mazorcas dañadas.

Tiempos	Media (Unidad)	Rangos
A3	4.17	A
A2	6.83	B
A1	8.17	B

De acuerdo con De Oca et al. (2018), la aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, 8 y 16 días después de la floración producen diferencias significativas en los tratamientos para la variable tratamientos y tiempos de aplicación, reduciendo considerablemente el número de mazorcas dañadas.

3.6 Peso de mazorcas dañadas

Realizado el análisis de variancia para la variable peso de mazorcas dañadas (Anexo 6), reportó diferencia significativa al 5% para la fuente de variación tiempos de aplicación de aceite vegetal. El coeficiente de variación fue de 34.45%.

La prueba de Tukey al 5% para tiempos de aplicación de aceite vegetal, en la variable peso de mazorcas dañadas (Tabla 7), detecto dos rangos de significación, en el primer rango se encuentra la aplicación al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina (A3), con un promedio de 0.70 kg de mazorcas dañadas, en el segundo rango de significación se encuentra la aplicación al inicio y 8 días después de la floración femenina (A2), con un promedio de 1.19 kg de mazorcas dañadas y la aplicación al inicio de la floración femenina (A1), con un promedio de 1.42 kg de mazorcas dañadas.

Tabla 7.

Prueba de Tukey al 5% para tiempos en la variable peso de mazorcas dañadas.

Tiempos	Media (kg)	Rangos
A3	0.70	A
A2	1.19	A B
A1	1.42	B

Según Ordóñez *et al.* (2014), las formas y tiempos de aplicación de aceite vegetal influyen en el peso de las mazorcas dañadas, reduciendo con el tratamiento adecuado el grado de daño que causa las plagas en la mazorca.

3.7 Porcentaje de daño de la mazorca

En la variable porcentaje de daño de la mazorca se observó que la aplicación de aceite vegetal reduce considerablemente el porcentaje de daño en la mazorca, como se puede evidenciar con el tratamiento F1A3 (aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, 8 y 16 días después de floración femenina), reportando un menor porcentaje de daño (15%) en la mazorca. A diferencia del tratamiento F1A1 (aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio de floración femenina), que reportó un 37.5 % de daño en la mazorca.

Tabla 8.

Porcentaje de daño de la mazorca por tratamiento.

Tratamientos	N° de mazorcas por tratamiento	N° de mazorcas dañadas	% de daño
F1A1	72	27	37.5
F1A2	78	21	26.9
F1A3	80	12	15.0
F2A1	80	22	27.5
F2A2	78	20	25.6
F2A3	76	13	17.1
T	82	20	24.4

De acuerdo con Urretabizkaya (2018), la aplicación de aceite vegetal en los estigmas del choclo reduce considerablemente el porcentaje de daño en las mazorcas, disminuyendo considerablemente la población de insectos en el cultivo.

3.8 Rendimiento

El Análisis de Varianza para la variable rendimiento (Anexo 7), no reportó que existe diferencias significativas para todas las fuentes de variación. El coeficiente de variación fue de 10.67%.

Iglesias (2018), menciona que no se notaron diferencias significativas en el rendimiento utilizando diferentes tiempos de aplicación de aceite vegetal o formas de aplicación del mismo, sin embargo, no aplicar ninguna de estas técnicas de control para los gusanos de la mazorca ya mencionadas si afectaría a el rendimiento de nuestro cultivo.

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES

- Se determinó que la forma de aplicación de aceite vegetal más adecuada para el control de los gusanos de la mazorca fue con gotero ya que permite que el aceite se impregne en el lugar adecuado y no se desperdicie.
- Mediante el ensayo se evaluaron los tiempos de aplicación de aceite vegetal, resultando los tiempos al inicio, 8 y 16 días después de floración femenina, los más adecuados para controlar los gusanos de la mazorca.
- Se estimó el porcentaje de daño en la mazorca, dando como resultado un 15 % de afectación con el tratamiento F1A3 (aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, 8 y 16 días después de floración femenina), siendo este el tratamiento más adecuado para minimizar los daños provocados por los gusanos de la mazorca.

4.2 RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar la aplicación de aceite vegetal al inicio de floración femenina antes que los gusanos de la mazorca ovipositen en los estigmas del maíz.
- Se recomienda utilizar gotero en la aplicación del aceite vegetal, ya que se puede evitar que se desperdicie o se aplique el producto en una zona no deseada.
- Llevar a cabo otras investigaciones que ayuden al control natural de los gusanos de la mazorca minimizando en impacto ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, (2015). Manejo integrado del cultivo del maíz suave.
- Cruz, O. (2015). El cultivo del maíz. *Manual para el cultivo del maíz en Honduras*.
- Eyherabide, G. H., Totis de Zeljkovich, L. E., Cirilo, A., Andrade, F., Otegui, M., Maddonni, G., ... y Muñoz, R. (2019). Bases para el manejo del cultivo del maíz.
- Luttrell, RG (2017). Helicoverpa zea y algodón Bt en los Estados Unidos. *Cultivos y alimentos transgénicos*, 3 (3), 213-227.
- Pogue, MG (2015). Un nuevo sinónimo de Helicoverpa zea (Boddie) y diferenciación de machos adultos de H. zea y H. armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae). *Anales de la Sociedad Entomológica de América*, 97 (6), 1222-1226.
- Martos, T. A. (2016). Aspectos de la biología y comportamiento de Euxesta sororcula W. (Diptera-Otitidae) plaga de maíz. *Rev. Peruan. Entomol.* 25: 55- 64.
- Cortez, M. E., G. J. Meza, y B. J. Camacho. (2020). La mosca de los estigmas Chaetopsis massyla (Walker), Eumecosomya nubila (Wiedman) y Euxesta stigmatias (Loew) en maíz. *Bioecología y manejo*, pp. 153-169. En *Tecnología de Granos y Semillas*. Libros Técnicos. Serie Agricultura, Universidad Autónoma Indígena de México.
- Salas, J. (2016). Aceites vegetales. Propiedades antibacterianas, antimicóticas e insecticidas de aceites esenciales de especies vegetales aromáticas nativas. *Biofarbo*, 51-62.
- Molina Mayo, C. (2011). Estudio de la composición y estabilidad de biodiesel obtenido a partir de aceites vegetales limpios.

- Brechelt. (2014). El Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades. Nicaragua: Manual Técnico de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina.
- Tejada Campos, T. N. (2000). Control de los gusanos de la mazorca del maíz. In Folleto; N. 2. Instituto Nacional de Investigación Agraria-Primera Edición en Diciembre 1992.
- Castillo, J. (2003). Efecto de extractos naturales, goma natural y aceite vegetal sobre el control del " cogollero del maíz", *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), en La Libertad, Perú. Revista Peruana de Entomología, 43(1), 107-112.
- Herrera a., J.M. (2012). Los aceites como insecticidas y su empleo en los cultivos de maíz. Rev. Peruana de Entomol. 4(1): 4-8.
- Figueroa Soliz, N., Estevez Martini, T., y Giménez Turba, A. (2005). Propiedades antibacterianas, antimicóticas e insecticidas de aceites esenciales de especies vegetales aromáticas nativas. Biofarbo, 51-62.
- Lombardo, R. (2022). Evaluación a campo del control de daño por *Helicoverpa zea* en maíz mediante varios eventos transgénicos en dos fechas de siembra (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Luján).
- Larson, B. C., M. A. Mossler & O. N. Nesheim. (2020). Florida crop/pest management profiles: Sweet corn. Circ. 1233, IFAS Ext., Univ. of Florida, Gainesville, FL.
- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos tropicales, 30(2), 00-00.
- Villacís Seme, J. Y. (2021). Evaluación de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.) Sometido a tres densidades de siembra en la zona de ventanas, provincia de los Ríos (Bachelor's thesis, Quevedo-Ecuador).
- García, F. (2005). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Presentado en la Jornada "Maíz.

- Umaña Gómez, E. (2007). El reuso de aguas residuales para riego en un cultivo de maíz (*Zea mays* L.) una alternativa ambiental y productiva. *La calera*, 7(8), 22-26.
- Ciampitti, I. A., Boxler, M., García, F. O., Hernández Córdova, N. (2010). Nutrición de maíz: requerimientos y absorción de nutrientes. *Informaciones agronómicas*, 48, 14-18.
- Turiján Altamirano, T., Damián Huato, M. Á., Ramírez Valverde, B., Juárez Sánchez, J. P., & Estrella Chulín, N. (2012). Manejo tradicional e innovación tecnológica en cultivo de maíz en San José Chiapa, Puebla. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1085-1100.
- Soto Carreño, F. (2013). Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. *Cultivos Tropicales*, 34(2), 24-29.
- Ávarez-Solís, J. D., Gómez-Velasco, D., León-Martínez, N. S., y Gutiérrez-Miceli, F. A. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, 44(5), 575-586.
- Barceló, A. M. (2014). Plagas asociadas al cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en un área del estado Aragua, Venezuela. *Fitosanidad*, 18(3), 175-179.
- Taba, S. (2004). Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. Cimmyt.
- Sunita, S. (2017). Taxonomy and biology of *Helicoverpa zea*. *International Journal of Global Science Research*, 4(2), 617-622.
- Guzmán, D., Rodríguez Chalarca, J., y Valencia Cataño, S. J. (2016). Identificación de caracteres diagnósticos del ciclo de vida de *Helicoverpa zea* (Boddie)(Lepidoptera: Noctuidae).
- Gallardo, F. E. (2013). Informe científico de investigador: Gallardo, Fabiana Edith (2012-2013).

- Hamity, M. G. A. (2005). Biología de *Euxesta eluta* (Dip.: Ulidiidae). Comportamiento en el ataque y putrefacción de las espigas de maíz. *Acta Zoológica Lilloana*, 119-128.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI. (2015). Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ambato, Ecuador.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador, MAGAP. (2017). datos publicados por el SIN (Sistema Nacional de Información).
- Consejo Nacional de Recursos Hídricos, CNRH. (2020). Fuentes hídricas disponibles en el catón Cevallos para aprovechamiento de riego en la zona.
- CIMMYT (2015). Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, D.F.
- Reyes-Méndez, C. A., Cantú-Almaguer, M. A., Gill-Langarica, H. R., García-Olivares, J. G., y Mayek Pérez, N. (2017). Producción de mazorcas de maíz sanas cultivadas en Tamaulipas, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(3), 571-582.
- Sayago, A., Marín, M. I., Aparicio López, R., y Morales-Millán, M. T. (2007). Vitamina E y aceites vegetales.
- Dávila, G. (2013). Control de plagas en maíz, por un método ecológico mediante la aplicación de aceite vegetal saponificado. *Química Central*, 3(2), 25-32.
- Chávez, E. C., Flores, J. L., Fuentes, Y. M. O., Acevedo, L. G., Zabeth, M. H. B., & Portugal, V. O. (2010). Evaluación de aceites y extractos vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* y su efecto en la calidad de semilla de maíz. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 42(1), 135-145.

- DE OCA, G. M., GARCIA, F., y VAN SCHOONHOVEN, A. A. R. T. (2018). Efecto de cuatro aceites vegetales sobre *Sitophilus oryzae* y *Sitotroga cerealella* EN MAIZ, SORGO Y TRIGO ALMACENADOS. *Revista Colombiana de Entomología*, 4(1-2), 45-49.
- Ordóñez, C., Ayora, L., Mejía, R., y Cerdán, L. (2014). Control del gusano de la mazorca del maíz *Heliothis Zea Boddie* con aceite vegetal en maíz Choclero Blanco Urubamba. *Aporte Santiaguino*, ág-15.
- Urretabizkaya, N. (2018). Manejo Integrado de plagas asociadas al cultivo de maíz: Estrategias de control. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Lomas de Zamora-Argentina.
- Iglesias Abad, S. F. (2018). Aplicación de aceite vegetal para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano.

ANEXOS

Anexo 1.

Análisis de variancia para número total de mazorcas

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	2.00	2	1.00	0.53 ns	0.6021
Tratamientos	21.33	6	3.56	1.88 ns	0.1653
Formas	0.89	1	0.89	0.48 ns	0.4995
Tiempos	1.78	2	0.89	0.48 ns	0.6273
Formas*Tiempos	12.44	2	6.22	3.39 ns	0.0679
T vs RESTO	6.22	1	6.22	3.39 ns	0.0946
Error	22.67	12	1.89		
Total	46.00	20			

Coef. de variación: 5.29%

ns = no significativo

Anexo 2.

Análisis de variancia para peso total de mazorcas

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.40	2	0.20	0.82 ns	0.462
Tratamientos	1.20	6	0.20	0.83 ns	0.571
Formas	0.21	1	0.21	0.93 ns	0.3529
Tiempos	0.13	2	0.07	0.3 ns	0.7458
Formas*Tiempos	0.86	2	0.43	1.94 ns	0.1863
T vs RESTO	0.01	1	0.01	0.02 ns	0.886
Error	2.91	12	0.24		
Total	4.52	20			

Coef. de variación: 10.67%

ns = no significativo

Anexo 3.

Análisis de variancia para número de mazorcas sanas

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	13.71	2	6.86	3.93 ns	0.0487
Tratamientos	102.48	6	17.08	9.78**	0.0005
Formas	4.50	1	4.50	2.08ns	0.1751
Tiempos	65.78	2	32.89	15.18**	0.0005
Formas*Tiempos	28.00	2	14.00	6.46*	0.0125
T vs RESTO	4.2	1	4.2	2.4 ns	0.1469
Error	20.95	12	1.75		
Total	137.14	20			

Coef. de variación: 6.75%

ns = no significativo

* significativo al 5%

** significativo al 1%

Anexo 4.

Análisis de variancia para peso de mazorcas sanas

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	1.12	2.00	0.56	4.27 *	0.0397
Tratamientos	3.69	6.00	0.61	4.7 ns	0.11
Formas	8.00E-04	1	0.0041	0.0041 ns	0.9502
Tiempos	2.11	2	1.05	5.35 *	0.0218
Formas*Tiempos	1.42	2	0.71	3.6 ns	0.0596
T vs RESTO	0.16	1	0.16	1.22 ns	0.2914
Error	1.57	12	0.13		
Total	6.37	20			

Coef. de variación: 10.42%

ns = no significativo

* significativo al 5%

Anexo 5.

Análisis de variancia para número de mazorcas dañadas

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	12.29	2	6.14	3.29 ns	0.0724
Tratamientos	54.48	6	9.08	4.87**	0.0096
Formas	1.39	1	1.39	0.56 ns	0.4704
Tiempos	49.78	2	24.89	9.96**	0.0028
Formas*Tiempos	3.11	2	1.56	0.62 ns	0.5532
T vs RESTO	0.2	1	0.2	0.11 ns	0.7499
Error	22.38	12	1.87		
Total	89.14	20			

Coef. de variación: 6.75%

ns = no significativo

** significativo al 1%

Anexo 6.

Análisis de variancia para peso de mazorcas dañadas

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0.23	2	0.11	0.73 ns	0.5021
Tratamientos	2.31	6	0.39	2.48 ns	0.0848
Formas	0.26	1	0.26	2.16 ns	0.1671
Tiempos	1.61	2	0.81	6.8 *	0.0106
Formas*Tiempos	0.21	2	0.10	0.88 ns	0.4389
T vs RESTO	0.23	1	0.23	1.49 ns	0.2462
Error	1.86	12	0.16		
Total	4.40	20			

Coef. de variación: 34.45%

ns = no significativo

* significativo al 5%

Anexo 7.

Análisis de variancia para rendimiento

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	494504.00	2	247252.00	0.83 ns	0.5964
Tratamientos	1486262.29	6	247710.38	0.82 ns	0.4619
Formas	255374.22	1	255374.22	0.93 ns	0.3531
Tiempos	164200.11	2	82100.06	0.30 ns	0.7462
Formas*Tiempos	1060202.11	2	530101.06	1.94 ns	0.1866
T vs RESTO	6485.84	1	6485.84	0.02 ns	0.8855
Error	3599024.00	12	299918.67		
Total	5579790.29	20			

Coef. de variación: 10.67%

ns = no significativo

Anexo 8.

Galería de fotografías



Aplicación de aceite vegetal con gotero



Cosecha de mazorcas en sacos según su tratamiento



Toma de peso de las mazorcas por unidad experimental



Helicoverpa zea



Euxesta eluta

Agentes fitopatógenos presentes en la mazorca y en los estigmas del choclo