

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica


Evaluación de alternativas de control de gorgojo (*Pagiocerus frontalis* Mill) en postcosecha de maíz (*Zea mays* L.)

Trabajo de titulación previo a
la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo

Autor:

Nataly Fernanda Cabrera Ordoñez
Jorge Andrés González Maldonado

Director:

Walter Iván Larriva Coronel
ORCID:  0000-0002-9292-1119

Cuenca, Ecuador

2023-06-29

Resumen

La evaluación de alternativas de control de insectos utilizando pulverizados vegetales se ha convertido en una práctica que ha demostrado tener un gran potencial, esto con el fin de reducir el uso de ciertas sustancias extremadamente tóxicas como el fosforo de aluminio generalmente utilizado para el control de gorgojo (*Pagiocerus frontalis* Mill) en maíz (*Zea mays*) en la etapa de almacenamiento. En el presente trabajo se utilizó salvia (*Salvia sp*) ajeno (*Artemisia absinthicum L*) y altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill) en pulverizado. El diseño utilizado fue completamente al azar (DCA), constituido por 3 dosis (1 g, 2g, 3g) más 1 testigo y 4 repeticiones respectivamente constituyendo (40) unidades experimentales conformado por 100 g de maíz Zhima con 20 insectos. Las variables a evaluar fueron: porcentaje de insectos muertos, cantidad de granos afectados, pérdida de peso, los resultados obtenidos fueron analizados mediante ANOVA y pruebas de significancia de Tukey, donde indican que el tratamiento 6 de altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill) en una concentración de 3g fue eficiente en el control de gorgojo (*Pagiocerus frontalis* Mill) obteniendo resultados de un 63% en mortalidad del insecto, en cuanto a la variable granos infestados no se encontró diferencias estadísticamente significativas y para la variable pérdida de peso el tratamiento 6 altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill) en una concentración de 3g constituyó el mejor para el control de pérdida de peso en maíz. Además, en cuanto al análisis de costos se pudo determinar que el pulverizado de altamisa presenta un menor costo de aplicación.

Palabras clave: control, pulverizado, mortalidad, porcentaje

Abstract

The evaluation of insect control alternatives using plant sprays has become a practice that has shown great potential, in order to reduce the use of certain extremely toxic substances such as aluminium phosphide, generally used to control weevils (*Pagiocerus frontalis*) in maize (*Zea mays*) at the storage stage. In the present study, sage (*Salvia sp*), wormwood (*Artemisia absinthicum L*) and altamisa (*Ambrosia arborescens Mill*) were used in sprayed form. The design used was completely randomized (DCA), consisting of 3 doses (1 g, 2g, 3g) plus 1 control and 4 replicates respectively constituting (40) experimental units consisting of 100 g of Zhima maize with 20 insects. The variables to be evaluated were: The results obtained were analysed by means of ANOVA and Tuckey's significance tests, which indicate that treatment 6 of altamisa (*Ambrosia arborescens Mill*) in a concentration of 3 g was efficient in the control of weevils (*Pagiocerus frontalis Mill*), obtaining results of 63% in insect mortality, For the variable infested grains, no statistically significant differences were found, and for the variable weight loss, treatment 6 altamisa (*Ambrosia arborescens Mill*) at a concentration of 3 g was the best for controlling weight loss maize. Furthermore, in terms of cost analysis, it was determined that the altamisa spray had a lower application cost.

Keywords: control, pulverised, mortality, percentage.

Índice de contenido

Introducción	13
1 Objetivos	15
1.1 General.....	15
1.2 Específicos	15
2 Hipótesis	16
2.1 Objetivo 1.....	16
2.2 Objetivo 2.....	16
3 Revisión bibliográfica	17
3.1 Antecedentes históricos del maíz	17
3.1.1 Maíz (<i>Zea mays</i> L).....	17
3.2 Clasificación taxonómica del maíz.....	17
3.2.1 Generalidades.....	17
3.3 Producción de maíz a nivel mundial	18
3.3.1 Producción de maíz en el ecuador.....	18
3.3.2 Producción de maíz suave en el ecuador.....	19
3.4 Maíz variedad Zhima	20
3.4.1 Postcosecha de maíz.....	20
3.4.2 Características del almacenamiento de maíz	22
3.5 Plaga principal del maíz.....	22
3.5.1 <i>Pagiocerus frontalis</i> Mill (gorgojo del maíz)	23
3.6 Descripción del insecto.....	23

3.6.1	Ciclo biológico	24
3.6.2	Daños causados por <i>Pagiocerus frontalis</i> Mill	24
3.7	Control de plagas	25
3.7.1	Control de <i>Pagiocerus frontalis</i> Mill.....	25
3.7.2	Control físico	25
3.7.3	Método de control biológico	25
3.7.4	Método de control químico (fosfuro de aluminio).....	26
3.8	Alternativas de control	26
3.8.1	Salvia (<i>Salvia sp</i>)	27
3.8.2	<i>Altamisa</i> (<i>Ambrosia arborescens</i> Mill).....	27
3.8.3	<i>Ajenjo</i> (<i>Artemisia absinthium</i> L)	28
3.9	Fosfuro de aluminio	29
3.9.1	Uso de fosfuro de aluminio en Ecuador	29
3.9.2	Riesgos en el uso de fosfuro de aluminio.	29
4	Materiales y métodos	31
4.1	Zona de estudio	31
4.2	Diseño experimental	31
4.3	Materiales	33
4.3.1	Materiales físicos	33
4.3.2	Materiales biológicos	33
4.3.3	Equipos	33
4.4	Métodos	34
4.4.1	Recolección de insectos	34
4.4.2	Establecimiento del pie de cría.	34
4.4.3	Obtención de especies vegetales	34
4.4.4	Determinación de humedad de semillas de maíz	35

4.5	Metodología en base al cumplimiento de los objetivos planteados	35
4.5.1	Objetivo específico 1.....	35
4.6	Variables de respuesta	37
4.6.1	Porcentaje de mortalidad	37
4.6.2	Determinación en porcentaje de pérdida de peso en granos	37
4.6.3	Porcentaje de grano dañado.....	37
4.7	Objetivo específico 2.....	38
4.7.1	Método:	38
5	Resultados y discusión.....	39
5.1	Resultados del primer objetivo específico	39
5.1.1	Prueba de normalidad de las varianzas Shapiro – Wilks.....	39
5.1.2	Análisis de varianza (ANOVA)	39
5.1.3	Variable insectos muertos.....	39
5.1.4	Variable granos infestados	42
5.1.5	Variable pérdida de peso	43
5.2	Resultados del segundo objetivo específico.....	45
	Conclusiones	48
	Recomendaciones.....	49
	Referencias	50
	Anexos.....	57

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz.....	17
Tabla 2. Superficie y producción de maíz suave	19
Tabla 3. Clasificación taxonómica de <i>Pagiocerus frontalis</i> Mill.....	23
Tabla 4. Tratamientos empleados en la investigación.....	32
Tabla 5. <i>Prueba de Tukey para la variable insectos muertos</i>	40
Tabla 6. Prueba de Tukey pérdida de peso.....	43
Tabla 7. Costo para la obtención de 1 kg de pulverizado de las especies en estudio.	45
Tabla 8. <i>Costo de utilizar pulverizado de altamisa en un tanque de 45 kg</i>	46

Índice de figuras

Figura 1.	Comparación entre tratamientos	42
Figura 2.	Porcentaje de pérdida de peso	45

Índice de anexos

Anexo 1. Prueba de normalidad de las varianzas Shapiro – Wilks	57
Anexo 2. Análisis de varianza insectos muertos	57
Anexo 3. Análisis de media utilizando el test de Tukey de insectos muertos.....	58
Anexo 4 Análisis de varianza pérdida de peso.....	60
Anexo 5 Memoria fotográfica.....	61

Abreviatura Y Simbología

Cm centímetros

G gramo

Mg miligramo

L litros

UE unidades experimentales

T tratamientos

Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer a Dios por darnos fortaleza para ir avanzando en cada pequeño logro, por darnos valentía para enfrentar las adversidades en aquellos momentos en el que pensamos desistir de la carrera.

A nuestros padres quienes con gran esfuerzo y dedicación nos pudieron ayudar con los costos que acarrea la vida diaria de un estudiante, a sus palabras de aliento esas palabras fuertes que te dicen levántate y sigue no te dejes vencer por pequeñas derrotas. No tenemos palabras para agradecer su esfuerzo solo darles las gracias por todo.

A los profesores de la Universidad de Cuenca, carrera de Ingeniería Agronómica quienes nos supieron acompañar en este proceso, en especial al Ing. Walter Larriva Coronel por su acompañamiento y apoyo, a los profesores que con sus anécdotas nos recordaban que la humildad y respeto es prioritario. A nuestro tutor un profesional, una persona que siempre supo ser amable con todas y todos, gracias por su tiempo y en especial por su paciencia.

Fernanda Cabrera y Jorge González

Dedicatoria

A Dios, por darme unos padres determinantes (Rosa Ordoñez y Carlos Cabrera) y trabajadores que a pesar de sus limitaciones decidieron que la mejor herencia para mí era la educación. Por su amor y por esos jalones de oreja que me daban coraje de seguir adelante.

A mi hermana María Soledad Ordoñez quien siempre fue mi impulso, mi modelo a seguir.

Muy especialmente a mi razón de levantarme todos los días, a mi hijo Miguel, mi motor y mi fuerza.

A mi compañero de vida, gracias por estar.

A los compañeros y compañeras que conocí a lo largo del camino con quienes a lo mejor no me llevo ahora, gracias por su cariño.

Fernanda

A Dios por guiar mi camino. A mi madre Nerie Maldonado por toda su lucha e incansable esfuerzo, gracias por todo, su comprensión incondicional y ser una fuente de inspiración.

Un agradecimiento especial hacia Alicia Guzmán, Miguel Sotomayor y familia por todo su apoyo y consejos.

A mi hijo que es una de las razones para levantarme todos los días, sin sus locuras nada sería igual.

De igual manera a mi hermana por siempre estar pendiente y brindándome su aliento.

A mi compañera de vida, gracias por estar.

A mi padre que a pesar de no estar presente físicamente, estaría muy feliz.

Jorge

Introducción

En los últimos años el rápido crecimiento poblacional a nivel mundial ha generado la necesidad de nuevas técnicas con el propósito de aumentar la producción de alimentos, así como también de minimizar las pérdidas en las diferentes etapas de producción sin perjudicar su calidad. Los cereales constituyen una fuente básica dentro de la alimentación mundial, siendo el período de almacenamiento un punto crítico en la cadena de producción y comercialización debido al prolongado periodo que se almacenan (Tavares, 2002). El maíz es uno de los principales cereales, ha sido utilizado como alimento desde hace milenios, debido al gran número de derivados que se obtienen de él (Conabio, 2006).

En Ecuador se registra una producción estimada de 142,335 toneladas de maíz suave en diferentes formas de estado final, la mayor producción de este tipo de maíz se da en la región Sierra. En la provincia de Azuay se produjeron 1,478 toneladas de maíz suave en forma de choclo, y alrededor de 4,998 toneladas en forma de maíz suave seco (INEC, 2020).

Según Machado et al., (s/f) citado por Aldana (1994) el 60 % del total de los daños sobre granos almacenados son causados por insectos del almacenamiento. Según Pérez et al., (s/f) citado por Aldana (1994) un 44% específicamente causado por gorgojos y polillas.

Existen diferentes factores y causas que originan pérdidas en la producción de maíz en la etapa de postcosecha, pero uno de los principales causantes es el insecto conocido como gorgojo del maíz (*Pagiocerus frontalis* Mill), esta especie es cosmopolita y se puede extender desde los 1500 hasta los 3000 msnm (Gómez, 1982).

Pagiocerus frontalis Mill, presenta una evolución efectiva para causar daño desde el momento en que se encuentra en etapa larvaria, destruye el grano lentamente conforme avanza su desarrollo, este tiempo es de aproximadamente 30 a 35 días según ciertas condiciones como humedad y temperatura que influyen en el periodo de desarrollo (Gómez, 1982). Según Torres (2019) los daños causados por el gorgojo del maíz son imperceptibles al inicio, pero a medida que avanza la infestación y el desarrollo larvario, el grano se torna transparente, estos granos infestados desprenden un olor

desagradable debido a los restos de exuvia y animales muertos dejados en el camino, como resultado de esto se imposibilita el consumo y comercio de este grano.

El control de plagas en la etapa de postcosecha se basa en el uso de insecticidas sintéticos, estos pueden provocar diferentes tipos de problemas, como efectos directos e indirectos sobre el medio ambiente, la salud humana y animal, estos efectos pueden manifestarse en diferentes periodos de tiempo (Devine et al., 2008).

Los insecticidas sintéticos destruyen grupos de enemigos naturales y más grave aún la OMS reporta que aproximadamente 20.000 personas mueren por los efectos causados por insecticidas WHO, (1990) citado por Devine et al., (2007). El uso de insecticidas de una forma indiscriminada ha provocado resistencia y esto a su vez ha comprometido su uso por generaciones. Debido a estos efectos negativos ha causado malestar social sobre la presencia de insecticidas en los alimentos y el medio ambiente, toda esta problemática ha dado como resultado un tipo de presión de la población por alimentos menos tóxicos y más amigables ambientalmente, esto produce la necesidad de la búsqueda de controles alternativos a los químicos (Rebek et al., 2012).

El uso de polvos vegetales en la agricultura se ha utilizado por siglos, este método son técnicas utilizadas por cientos de años, técnicas que se están recuperando en los últimos tiempos en la agricultura de subsistencia (Rodríguez et al., 2022). Según Lucca y Pincao (1995) citado por Rodríguez et al., (2022) estos polvos vegetales tienen características abrasivas o absorben los líquidos de la epicutícula de los insectos, facilitando la deshidratación y causando la muerte.

La aplicación de controles naturales es una opción para los productores, tanto para aquellos que realizan agricultura de subsistencia o personas que acumulen en mayores cantidades por un tiempo determinado la semilla con el objetivo de siembra.

Para la aplicación en polvo de especies vegetales es importante determinar las especies y las dosis, que permitan mantener un control o reducir el nivel de daño causado por el insecto conocido como gorgojo (*Pagiocerus frontalis M*) sobre el maíz. En este caso se utilizó maíz blanco conocido en la zona de producción del Azuay como Zhima, y las plantas utilizadas en forma de polvo fueron: salvia, ajeno y altamisa en donde se evaluaron costos de obtención y eficiencia.

1 Objetivos

1.1 General:

- Evaluar alternativas de control del gorgojo (*Pagiocerus frontalis* Mill) en postcosecha de maíz (*Zea mays* L.)

1.2 Específicos:

- Evaluar la eficiencia de control de *Pagiocerus frontalis* Mill utilizando pulverizado de *Salvia sp*, *Ambrosia arborescens* Mill y *Artemisia absinthium* L en diferentes dosis en semillas de maíz.
- Analizar los costos variables de los tratamientos en estudio para determinar el tratamiento de mayor viabilidad económica.

2 Hipótesis

2.1 Objetivo 1

H0: Ninguno de los productos evaluados es eficiente en el manejo/control del gorgojo del maíz (*Pagiocerus frontalis* Mill), en postcosecha.

Ha: Al menos uno de los productos evaluados es eficiente en el manejo/control del gorgojo del maíz (*Pagiocerus frontalis* Mill), en postcosecha.

2.2 Objetivo 2

H0: Ninguno de los controles alternativos es económicamente viable.

Ha: Al menos uno de los controles alternativos es económicamente viable.

3 Revisión bibliográfica

3.1 Antecedentes históricos del maíz.

3.1.1 Maíz (*Zea mays* L)

El origen del maíz se remonta aproximadamente a 7000 años, debido a la mutación de la gramínea base de origen silvestre llamada Teosinte (Guacho-Abarca, 2014).

3.2 Clasificación taxonómica del maíz

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Zea, Linnaeus 1753
Especie	<i>Z. mays</i>

Fuente: (Sánchez Ortega, 2014)

3.2.1 Generalidades

La morfología del grano es muy variada, pudiendo encontrarse formas redondas y planas, así como tamaños desde pequeños hasta extragrandes (Deras Flores, s.f.). La cubierta del grano se llama pericarpio, es dura, bajo esta capa se encuentra la aleurona que le da el color característico de cada variedad, y en su interior conformado por el

endospermo, el embrión, está formado por la radícula y la plúmula (Guacho-Abarca, 2014).

3.3 Producción de maíz a nivel mundial

Es un cultivo de importancia económica a nivel mundial, debido a su utilidad como alimento para humanos y ganado, este alimento es fuente de un gran número de productos industriales. En el año 2016 la producción mundial del maíz alcanzó 1,025.06 millones de toneladas, generando un rendimiento promedio de 5.69 toneladas por ha (Fira, 2016 citado por Guamán et al. 2020).

3.3.1 Producción de maíz en el Ecuador

En Ecuador se estima una producción de maíz de 1,463.278 toneladas de maíz duro y maíz suave, siendo la mayor producción de maíz duro en la región Costa y de maíz suave en la región Sierra (INEC, 2020). Debido a los altos niveles de daño que provoca el gorgojo del maíz, la aplicación de métodos de control se ha vuelto imprescindible, el control químico es el más utilizado para granos almacenados, sin embargo, el uso inadecuado de insecticidas sintéticos por parte de los agricultores ha llevado a la búsqueda de nuevas alternativas (Zurita Vásquez et al., 2017).

3.3.2 Producción de maíz suave en el Ecuador

Tabla 2. Superficie y producción de maíz suave

PROVINCIAS	Superficie cosechada		Producción (t)	
	choclo	en grano seco (Has)	choclo	grano seco
Total nacional	14,612	54,518	53,741	88,594
AZUAY	1,078	5,236	1,478	4,998
BOLIVAR	1,084	22,920	4,769	49,928
CAÑAR	373	1,913	384	1,108
CARCHI	835	375	3,592	444
COTOPAXI	2,519	7,788	6,455	7,310
CHIMBORAZO	1,879	6,429	8,853	12,811
IMBABURA	1,085	4,484	3,056	6,707
LOJA	884	837	2,634	1,443
PICHINCHA	2,231	3,011	10,129	2,587
TUNGURAHUA	2,605	208	12,311	415

SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	13	-	61	-
EL ORO	0	610	-	172
GUAYAS	0	25	-	7
MORONA SANTIAGO	20	684	17	663
ZAMORA CHINCHIPE	4	0	3	0

Fuente: INEC (2020)

3.4 Maíz variedad Zhima

Es de tipo harinoso, grande, blanco con mazorcas cilíndricas y con 8 a 10 hileras de granos con elote delgado, además que se da en toda la sierra ecuatoriana. (INIAP, 2003 citado por Balarezo, 2014). Siendo uno de los principales alimentos en la zona austral del Ecuador, así como la zona donde más se produce (Balarezo, 2014).

El ciclo de cultivo que corresponde a la variedad Zhima es de 250 días, esta variedad de maíz es la preferida por los agricultores de las provincias de Cañar y Azuay (INIAP, 2020).

3.4.1 Postcosecha de maíz

Según INIAP (2014) “Se realiza la cosecha cuando el grano este en madurez fisiológica, esto es cuando en la base del grano se observa una capa negra, o dejando secar la mazorca en la planta hasta que esté lo suficientemente seca”.

INIAP (2014) nos menciona que en la postcosecha de maíz en agricultura de subsistencia o autoconsumo se siguen los siguientes procesos:

Secado

Recomiendan secar las mazorcas al sol sobre lonas, o sobre tendales, volteándolas periódicamente para que el secado sea uniforme, en pocos días el grano tendrá una humedad del 13%. Cuando es para semilla se lo deja reposar en la sombra.

Limpieza

Se deben eliminar las mazorcas que estén enfermas y las impurezas (pelos de maíz, hojas y tallos) ya que pueden ser portadores de hongos e insectos.

Clasificación

Se clasifica entre granos que servirán para semilla, autoconsumo y para grano comercial. El grano destinado para semilla deben ser las mejores mazorcas, las más grandes y que tengan filas de los granos rectos.

Desgrane

Se debe desgranar cuando las mazorcas y granos estén completamente secos (13% humedad). Se recomienda eliminar unos 2 a 3 cm de ambos extremos de la mazorca y solo se utiliza los granos del centro. Durante el desgrane es necesario descartar todos los granos dañados y podridos.

Almacenamiento

Con el propósito de disponer de la cosecha, ya sea para alimento durante algunos meses en el año, venderlo a mejor precio en época de escasez, o simplemente tener semilla para un próximo ciclo de cultivo, el agricultor realiza el proceso de almacenamiento, para lo cual se deben cumplir diferentes requisitos con la finalidad de mantener la buena calidad del producto almacenado. La postcosecha es la última etapa de la cadena después del procesamiento del grano, para esta etapa influye el momento de cosecha y su madurez fisiológica, como también la humedad, temperatura, la higiene

fitosanitaria, esto incluye que sea libre de patógenos, nematodos, ácaros, insectos y roedores, el método más utilizado en este proceso es conservar en lugares secos y abiertos, aunque también el método de usar galpones o silos (Borsa et al., 2018).

3.4.2 Características del almacenamiento de maíz

El tiempo de almacenamiento puede ser de diferentes períodos, siempre y cuando se pueda cumplir los requerimientos necesarios, como: Humedad al 13% con una temperatura mínima de 10 °C para un periodo de almacenamiento de 256 días aproximadamente (Faroni et al. 1993).

Al superar el 13% al 15% de humedad se produce el desarrollo de hongos como *Aspergillus flavus*, como el principal patógeno, este hongo produce aflatoxinas que presentan un nivel alto de peligro para las personas y animales (Faroni et al. 1993). Según, Summer & Willian (2009) el almacenamiento de maíz se puede realizar por 906 días, a una temperatura de 4,4 °C conservando sus características.

3.5 Plaga principal del maíz

El maíz es la fuente ideal de alimento para el insecto *Pagiocerus frontalis* Mill, esta plaga se encuentra adaptada a situaciones de confinamiento, es muy destructiva provoca disminución del poder germinativo, pérdidas de peso y valor nutritivo de las semillas, causando así que el valor comercial del producto baje. Si este no es controlado puede provocar la pérdida total (Castro & Mejía, 2011).

3.5.1 *Pagiocerus frontalis* Mill (gorgojo del maíz)

Tabla 3. Clasificación taxonómica de *Pagiocerus frontalis* Mill.

Reino	Animal
Orden	Coleóptera
Suborden	Polyphaga
Superfamilia	Curculionoidea
Familia	Curculionidae
Género	<i>Pagiocerus</i>
Especie	<i>P. frontalis</i> Mill

Fuente: Elgueta & Marvaldi (2006) citado por Cevallos (2020)

Castro & Mejía (2011) señalan que existen dos plagas importantes que afectan directamente al grano del maíz en almacenamiento, *Sitophilus zeamais* y *Pagiocerus frontalis* Mill, este último conocido como redondilla, Gorgojo volador, barrenador de los Andes, insecto que tiene mayor incidencia en regiones frías, distribuido desde USA (Carolina del Norte) hasta Argentina. Pérez (1987) citado por (Castro & Espinoza, 2011) menciona, que en la región de Saraguro (Ecuador) el gorgojo produce un daño aproximado de 44% en maíz almacenado.

3.6 Descripción del insecto.

Pertenece a la familia Curculionidae con aproximadamente 40,000 especies a los que pertenecen los llamados gorgojos, picudos o trompudos, es un pequeño insecto de 2,5 mm y 1,5 mm de ancho en su cabeza posee una trompa corta o probóscide y con

poca vellosidad en el dorso posee cuatro estadios de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto (Torres, 2019)

Su preferencia radica en el maíz amiláceo almacenado, la contaminación a los granos de maíz es causada por excrementos y por los cuerpos de los insectos que van muriendo al concluir su ciclo de vida, niveles mayores a 9 insectos por kg de maíz se califica como infestado (Torres, 2019).

3.6.1 Ciclo biológico

Wendt & Schulz (1990) citado por Cevallos (2020), indican que el periodo mínimo del ciclo de huevo a adulto en el maíz suave es de 25 días a una temperatura de 23°C con humedad relativa del 60 al 90 %. El período más largo de supervivencia de un individuo adulto alcanza los 223 días en maíz suave.

El periodo de vida depende de la especie, las hembras llegan a vivir hasta 60 días y para el caso de los machos su ciclo es de aproximadamente 47 días. Tanto hembras y machos prefieren la actividad nocturna evitando completamente la luz. Los huevos, larvas, pupas y adultos se encuentran dentro del grano de maíz (Ortega, 2000).

3.6.2 Daños causados por *Pagiocerus frontalis* Mill

El ataque del gorgojo de maíz suave inicia cuando el adulto abandona el grano almacenado del ciclo anterior y se dirige preferentemente hacia las mazorcas con recubrimiento deficiente de hojas o las que han sido atacadas por aves o insectos, estos ingresan al sitio de almacenamiento junto con las mazorcas en buen estado, donde se da una fácil diseminación de la plaga (Tapia Zurita, 2013).

El daño ocasionado por la población del insecto al inicio es de una forma lenta, causada por las larvas que se alimentan del endospermo del grano, posteriormente al continuar su desarrollo, los niveles de daño aumentan considerablemente (Tapia Zurita, 2013).

Según reporta INIAP (1994) se encontró alrededor de 3,500 adultos en 100 libras de maíz sin protección, provocando el 5% de perjuicio en dos meses, en cuatro meses el daño fue del 50% del grano y en cuestión de 6 meses el daño fue total es decir el 100%. La característica del ataque de *Pagiocerus frontalis* Mill, son los restos de polvillo que

deja a su paso, los cuales son similares a la harina, incluso pueden llegar a perforar estructuras de madera o contenedores de plástico.

3.7 Control de plagas

La agricultura de hoy en día se basa en el uso de productos químicos, sin la aplicación de estos es muy difícil obtener cosechas de los cultivos. Estos productos son eficientes en el control de plagas y enfermedades, además tienen la ventaja de que se usa poca mano de obra. Sin embargo, la limitante de estos productos es su toxicidad afectando a los encargados de su manipulación y más preocupante aun a los consumidores ingieren residuos de plaguicidas. Los productos agroquímicos, por lo general contienen materiales que son extraños al medio ambiente, en consecuencia, estos pueden causar contaminación y polución (JICA, 2007).

3.7.1 Control de *Pagiocerus frontalis* Mill.

3.7.2 Control físico

Suquilanda (1996), define al control físico como aquel que se utiliza algún factor abiótico para mitigar los daños y reducir la población de insectos plaga. Los principales factores abióticos que se manipulan para el control físico son el calor, CO₂, O₂, O₃ y humedad, incluye también a los polvos vegetales y extractos de aceites de plantas como métodos de control físico.

El control físico se trata de almacenar la cosecha dentro de distintos tipos de envase no importa si es de plástico o metálico solo debe ser sellado herméticamente, y no dejar que ingrese el O₂ del medio ambiente al interior del envase ya que el oxígeno es necesario para todo ser vivo y si este se encuentra ausente la plaga morirá lentamente (IICA, 2013). En esta misma línea se encuentra el control mediante cal o ceniza, para lo cual se recomienda aplicar 1 libra de cal o ceniza por cada 10 libras de maíz (INIAP, 1994).

3.7.3 Método de control biológico

Se define como el uso de cualquier microorganismo biológicos para el control de una plaga o insecto perjudicial. Entre los principales microorganismos se encuentran: *Bacillus thuringiensis* que es la bacteria más usada para el control de plagas, también

se encuentran los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Metharrizium anisopliae*, *Trichoderma viride* entre otros Suquilanda (1996).

3.7.4 Método de control químico (fosfuro de aluminio)

El control químico de la presente plaga está centrado en el uso de las fosfamidas, estas pastillas contienen fosfuro de aluminio, recubiertas de parafina y mezcladas con carbonato de amónico (Catalan, 2012).

Nath et al. (2011) describen que, el fosfuro de aluminio es el producto químico con mayor uso como método de control, esto para evitar la proliferación de plagas durante el almacenamiento de granos, debido a que es altamente tóxico para los insectos en todos sus estadios (huevos, larvas, pupa, adultos). Este químico no afecta el poder germinativo de la semilla en la cual se aplica y desaparece por completo en aproximadamente 15 días. La presentación de este insecticida en almacén son tabletas o pastillas de 560 mg hasta 3 g, su color es gris o plomo.

Según Martínez (2020) en su estudio de métodos de control para el gorgojo de maíz (*Pagiocerus frontalis* Mill) en almacén, utilizó tres métodos de control: físico, biológico y químico. Para el control físico se utilizó un recipiente herméticamente sellado, en cuanto al químico se usó fosfuro de aluminio y para el control biológico utilizó *Bacillus thuringiensis* en forma de talco este método fue el de mayor resultado obteniendo el 86% de mortalidad del insecto y en cuanto al porcentaje de granos dañados obtuvo el 1,71%.

3.8 Alternativas de control

Varias sustancias vegetales actúan en forma preventiva y no curativa, provocando inhibición en la alimentación, crecimiento y oviposición. Gran variedad de especies vegetales produce sustancias que al ser aplicadas en forma de extractos sobre las plantas provocan que los insectos no se alimenten o bien mueran antes de aparearse (Rodríguez, 1998 citado por Espinoza, 2014).

3.8.1 **Salvia (*Salvia sp*)**

3.8.1.1 A. Generalidades

Es el género más grande de la familia Lamiaceae con cerca de 900 especies, distribuidas por todo el mundo (Oleary & Moroni, 2016).

Es una planta perenne aromática que llega a alcanzar hasta los 70 cm de altura, posee tallos erectos y pubescentes, hojas pecioladas, oblongas, raramente lanceoladas con la nervadura bien marcada, flores en racimos de hasta 3 cm, el cáliz es más pequeño que la corola con tonalidades púrpuras (Vallalba Cárdenas, 2013).

3.8.1.2 B. Principios Activos

La capacidad antimicrobiana de la *Salvia sp*, ha sido reconocido décadas antes, esto se atribuye a la presencia de sustancias como 1,8-cineole, thujone y camphor, según lo que manifiesta Sivropoulou (1997) citado por Longardy Delamare et al. (2005).

El efecto de 1,8-cineol causa inhibición de la acetilcolinesterasa en adultos de *Sitophilus oryzae*, además de toxicidad por contacto y actividad anti alimentaria (Leyva et al. 2017).

Importancia de la salvia

Su importancia ha sido resaltada en los últimos años debido a sus propiedades bacterianas y bioinsecticidas de diferentes organismos, inclusive de la capacidad basados en quimiotaxonomía, citotaxonomía de uso en la farmacología (Disapio, Bueno Busilacchi, Quiroga, & Severin, 2012).

3.8.2 **Altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill)**

Ambrosia arborescens Mill cuyo nombre común es Marco, altamisa, se puede encontrar desde Perú hasta Ecuador incluido Bolivia, su importancia es debido a sus principios antifúngicos, antibacterianas y citotóxicas (De Leo et al. 2010).

Es un arbusto de 1,5 a 3 m de altura rústico verde, con poca lignificación, cubierto casi por completo por pubescencias sedosas. Se puede encontrar formando matorrales en las cercanías a los ríos y los caminos cercanos a ellos, bordean cultivos y canales de riego, con capacidad para adaptarse a diferentes tipos de suelos, es resistente a las

heladas y secas, característica de las zonas ecológicas en las cuales se desarrollan, esto es desde los 2000 hasta los 3500 msnm (Cano de Terrones, 2014).

1. Principios activos

Según Ruiz et al. (2015) la capacidad de control de plagas y enfermedades es una característica relevante que presenta altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill), debido a su composición química en sus aceites esenciales.

Se ha identificado un sin número de compuestos entre estos, Germacreno D y B himachalno, el principal y más relevante es la presencia de alrededor de 12 compuestos sesquiterpénicos y un número no determinado de monoterpenos como tuyona. Según Bravo (2014), citado por Castañeda Matute (2019), menciona que la tuyona presenta un nivel elevado de toxicidad, donde un nivel letal alcanzado en ratones es de 45 mg de sustancia por cada kilogramo de peso.

3.8.3 Ajenjo (*Artemisia absinthium* L)

Artemisia absinthium L también llamada ajeno, artemisia amarga, hierba santa, ajeno mayor (Mabey, 2010).

Físicamente es una planta perenne herbácea, con un rizoma leñoso y duro (Mabey, 2010). Los tallos son rectos, crece entre 80 a 120 cm (raramente 150 cm), y es de coloración verde plateada ligeramente blanquecina. Las hojas, dispuestas de forma espiralada, son de color verde grisáceo por el haz y blancas en el envés, cubiertas de vello blanco plateado, con glándulas productoras de aceite (Brack, 1999).

Compuestos activos

Las propiedades insecticidas, se atribuyen a dos compuestos la absintina y la tuyona. Absintina es un sesquiterpeno lactona producida de forma natural en el ajeno (*Artemisia absinthium* L). Constituye uno de los agentes químicos más amargos responsables de su sabor amargo característico (Foster, 1958).

La tuyona es uno de los principios activos más importantes que encontramos en el ajeno (*Artemisia absinthium* L), de hecho, se puede considerar como la responsable de sus beneficios convulsivos y analépticos. Es un líquido incoloro con un distintivo olor mentolado característico de la planta. La tuyona es una cetona y un monoterpeno, y se

encuentra en dos formas estereoisomería: (+)-3-tuyona o α -tuyona y (-)-3-tuyona o β -tuyona (Hall, 1988 citado por Dalguerre, 2015).

3.9 Fوسفuro de aluminio

3.9.1 Uso de fوسفuro de aluminio en Ecuador

Es ampliamente utilizado por su eficacia y viabilidad económica contra la infestación por insectos en cereales, tabaco, entre otros (Llacer & Jacas, 2011).

En el Ecuador muchos agricultores utilizan fوسفuro de aluminio o fوسفina para evitar pérdidas en su cosecha de maíz, este producto se encuentra clasificado en la categoría toxicológica IV (extremadamente peligroso), este gas elimina insectos en todos sus estadios (huevos, larvas, pupas y adultos) (AGROCALIDAD, 2015).

Los gránulos o tabletas de fوسفuro de aluminio comprenden entre el 57 al 75% de ingrediente activo (IA), los grupos restantes de compuestos son urea y carbamato de amonio, estas tabletas al entrar en contacto con la humedad se descomponen formando gas fوسفina, amoniaco y dióxido de carbono, las pastillas de fوسفuro de aluminio entran en descomposición de 1 a 4 horas después de abrir el recipiente original (Zaebst et al. 1988).

Posee un olor característico similar al ajo, la fوسفina es altamente tóxica tanto como para animales y humanos, sus efectos pueden variar dependiendo el nivel de exposición. (Llacer & Jacas, 2011). La recomendación de aplicación según EDIFARM (2020), es de 2 tabletas por cada metro cúbico.

3.9.2 Riesgos en el uso de fوسفuro de aluminio.

Las pastillas de fوسفina se encuentran en diferentes concentraciones desde 560 mg a 3 g, al ser realizada la ingesta de este, la humedad gástrica acelera la liberación de este gas. La dosis letal reportada es de 50 a 500 mg, la dosis puede ser menor para provocar la muerte en niños, tanto por ingesta, así como por inhalación. Una vez que se absorbe el gas fوسفina inhibe la fosforilación oxidativa a nivel mitocondrial, conduce a hipoxia, características similares a un choque séptico (Medina, 2012).

Docampo et al. (2014) describe un acta toxicológica de 6 pacientes entre 15 y 67 años: dos de ellos ingresan a emergencias con hipertensión arterial, tres pacientes presentaron vomitó, epigastralgia y dolor abdominal y uno de ellos solo presentó vomitó todos ellos consumieron pastillas entre 1 a 2 pastillas de fosfuro de aluminio, en un lapso de 2 y 36 horas causó que mueran todos los pacientes.

4 Materiales y métodos

4.1 Zona de estudio

El presente estudio se realizó en la sala de entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca.



Imagen 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: Google Earth (2021)

4.2 Diseño experimental

El estudio se basó en un diseño completamente al azar, con 10 tratamientos y cuatro (4) repeticiones, dando un total de (40) unidades experimentales (UE) y cada una constituida de una tarrina plástica con 100 g de semilla de maíz y con 20 insectos de *Pagiocerus frontalis* Mill. Los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 constituidos por las diferentes concentraciones de pulverizado (1,2,3 g) como podemos ver en la (tabla 4) y el tratamiento 10 es el testigo absoluto.

Tabla 4. Tratamientos empleados en la investigación

Tratamientos	Pulverizado de especie vegetal	Dosis (g)
T1	Salvia (<i>Salvia sp</i>)	1 g
T2	Salvia (<i>Salvia sp</i>)	2 g
T3	Salvia (<i>Salvia sí</i>)	3g
T4	Altamisa (<i>Ambrosia arborescens</i> Mill)	1 g
T5	Altamisa (<i>Ambrosia arborescens</i> Mill)	2 g
T6	Altamisa (<i>Ambrosia arborescens</i> Mill)	3 g
T7	Ajenjo (<i>Artemisia absinthium</i> L)	1 g
T8	Ajenjo (<i>Artemisia absinthium</i> L)	2 g
T9	Ajenjo (<i>Artemisia absinthium</i> L)	3 g
T10	Testigo absoluto	Sin pulverizado

Fernanda Cabrera, Jorge González

4.3 Materiales

4.3.1 Materiales físicos

Equipo de laboratorio (mandil, guantes y mascarilla).

Bandejas de aluminio

Mortero

Tamiz

Envases de vidrio ámbar

Tela blanca

Plástico transparente

Insectario de vidrio

Tarrinas grises

Tijeras de podar

Tachos contenedores

Pala para muestreo

4.3.2 Materiales biológicos

Salvia (*Salvia sp*)

Altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill)

Ajenjo (*Artemisia absinthium* L)

Insectos *Pagocerus frontalis* Mill

4.3.3 Equipos

Estufa

Balanza

Calibrador digital

Estereomicroscopio

4.4 Métodos

4.4.1 Recolección de insectos

Los gorgojos fueron recolectados de maíz infestado de productores de la zona de El Valle (cantón Cuenca), en un número de 200 individuos adultos entre hembras y machos.

4.4.2 Establecimiento del pie de cría.

Los insectos recolectados fueron colocados en un recipiente de plástico de 25 L de capacidad, el maíz que se utilizó para el pie de cría fue el maíz de variedad Zhima local. Los envases se cubrieron con una malla fina para que se realice el intercambio de oxígeno, colocadas a temperatura ambiente, estos se mantuvieron por un periodo de 30 días, para mantener una generación similar.

Para que el periodo de reproducción se cumpla posterior a esto se dio mantenimiento de limpieza y cambiando a recipientes nuevos, con granos de maíz fresco, para que continúe el proceso de reproducción.

4.4.3 Obtención de especies vegetales.

4.4.3.1 Recolección del material vegetal

La recolección del material vegetal se realizó justo previo a la antesis debido a que esta etapa se encuentra con una mayor concentración de compuestos.

4.4.3.2 Obtención de Salvia y Ajenjo

El material vegetal fue comprado en un mercado de la localidad, verificando que el mismo se encuentre en un estado fresco y con estructuras de la planta hojas, tallos y flores se encuentren en buen estado.

4.4.3.3 Obtención de Altamisa

El material vegetal se recolectó de las orillas de los ríos de Cuenca, teniendo especial cuidado que se trate de la especie deseada. Se realizó una posterior clasificación taxonómica para la identificación de la especie.

4.4.3.4 Selección de maíz

El maíz utilizado en la investigación fue de la cosecha de los agricultores de la zona del Valle, de la cosecha del año anterior esta semilla ha sido utilizada de generación en generación por estos agricultores, conocido como maíz blanco Zhima. Las semillas fueron seleccionadas en función del tamaño del grano estos fueron relativamente grandes, se realizó una selección física los granos no debían tener manchas o daños visibles.

4.4.4 Determinación de humedad de semillas de maíz

El porcentaje (%) de humedad de los granos de maíz que se emplearon en la presente investigación fue determinada, en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias perteneciente a la Universidad de Cuenca, según el procedimiento que describe Kameswara Rao & Biodiversity International (2007).

Para los granos utilizados en la investigación se pudo determinar un porcentaje de humedad del 12, 56%, que estuvo acorde con la recomendación para almacenamiento.

4.5 Metodología en base al cumplimiento de los objetivos planteados.

4.5.1 Objetivo específico 1

Evaluar la eficiencia de control de *Pagiocerus frontalis* Mill utilizando pulverizado de *Salvia sp*, *Ambrosia arborescens* Mill y *Artemisia absinthium* L en diferentes dosis en semillas de maíz.

4.5.1.1 Método:

Se procedió a obtener el pulverizado de las especies vegetales seleccionadas

4.5.1.2 Pulverizado de material vegetal

Este procedimiento se llevó a cabo en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Cuenca. En bandejas de papel aluminio se procedió a someter a las especies vegetales: salvia, ajeno y altamisa. A una temperatura de 40 °C por 24 horas.

Se tuvo que alcanzar el grado 3 de nivel de secado, este se caracteriza por ser seco y semi quebradizo esto permite un buen pulverizado tanto de tallos, flores y hojas.

Las plantas de altamisa y salvia presentaron un secado ideal a esta temperatura por el periodo de tiempo expuesto para su posterior pulverizado. Sin embargo, la planta de ajeno no presentó un buen secado, debido a sus características poco lignificadas y presentó altos niveles de agua. Debido a esto la planta de ajeno fue expuesta nuevamente por 24 horas a 40 °C, para obtener el nivel adecuado de secado.

Listo el material vegetal se procedió a pulverizar con ayuda de un mortero, se pasó el material pulverizado por un tamiz N° de tamaño 20 para conseguir que las partículas sean uniformes. Se reservó el pulverizado en frascos color ámbar para que sus componentes activos no pierdan su efectividad por acción de la luz.

4.5.1.3 Preparación de unidades experimentales

Para este procedimiento se utilizaron 40 tarrinas y se colocaron 100 g de maíz Zhima con un porcentaje de humedad del grano del 13% en cada una, las cuales fueron debidamente etiquetadas y se realizaron pequeños orificios en la tapa para que ingrese oxígeno. Posteriormente, se procedió a aplicar los tratamientos es estudio en cada unidad experimental.

4.5.1.4 Infestación de insectos

Los granos de maíz del pie de cría fueron puestos en una cámara de vidrio, para facilitar la obtención de los insectos. Se seleccionaron 20 insectos y se los introdujo en cada una de las tarrinas o unidades experimentales (UE).

4.5.1.5 Toma de datos

Cada 7 días se procedió a contar el número de insectos muertos, este proceso se realizó en un periodo de 3 meses. Para la determinación de pérdida de peso se realizó 2 tomas de datos peso inicial, peso final. En cuanto a porcentaje de grano dañado se registró al final del proyecto.

4.6 Variables de respuesta

4.6.1 Porcentaje de mortalidad

Para evaluar cada tratamiento, se realizó el conteo de individuos muertos presentes en cada tarrina. La mortalidad se evaluó en términos de porcentaje. Para corroborar que efectivamente estén muertos se les insertó un alfiler y de no haber reacción se contabilizaba como muerto.

$$\% \text{ Mortalidad corregida} = \frac{\%mr - \%mta}{100 - \%mta} \times 100$$

Donde

mr: mortalidad en tratamiento

mta: mortalidad en testigo absoluto

4.6.2 Determinación en porcentaje de pérdida de peso en granos

Los granos que ingresaron a la unidad experimental fueron previamente pesados, en una balanza en gramos con dos decimales para mayor precisión. Al final del proyecto se pesó nuevamente, sometiendo estos datos previamente a una corrección con la siguiente fórmula.

$$PP = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100$$

Donde:

PP: porcentaje de pérdida de peso

Pi: peso inicial

Pf: peso final

4.6.3 Porcentaje de grano dañado

Este parámetro se evaluó al finalizar el experimento como lo recomienda Herrera et al., (2018) mediante el conteo de granos buenos y granos dañados, para esto se utilizó la siguiente fórmula:

Porcentaje de grano dañado = total de grano dañados/ 100*100

4.7 Objetivo específico 2

Analizar los costos variables de los tratamientos en estudio para determinar el tratamiento de mayor viabilidad económica.

4.7.1 Método:

Para ello se empleó el análisis de Perrin et al. (1983). La unidad de medida que se utilizó para el proyecto fue en saco de 100 libras, puesto que los agricultores utilizan tanques para almacenar granos de maíz de aproximadamente 100 libras, lo que equivale a 45 kg.

5 Resultados y Discusión

5.1 Resultados del primer objetivo específico

Evaluar la eficiencia de control de *Pagiocerus frontalis* Mill utilizando pulverizado de *Salvia sp*, *Ambrosia arborescens* Mill y *Artemisia absinthium* L en diferentes dosis en semillas de maíz.

5.1.1 Prueba de normalidad de las varianzas Shapiro – Wilks

Posterior a los 90 días de toma de datos se verificó lo supuestos para la normalidad de los datos, las variables evaluadas fueron insectos muertos, número de granos infestados y pérdida de peso del grano, se logró determinar que había normalidad de los datos en todas las variables (Anexo 1). Seguido se procedió a aplicar el respectivo análisis de varianza (ANOVA) para cada una de las variables antes mencionadas.

5.1.2 Análisis de varianza (ANOVA)

Los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), (Anexo 2) evidencio un nivel de significancia del 5%, con lo cual se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa que indica que al menos uno de los pulverizado evaluados es eficiente en el control del gorgojo del maíz. El análisis estadístico ANOVA dio como resultado $p=0.0012$ que es menor (0.05), reflejando así que existe diferencias estadísticamente significativas, posteriormente se procedió a realizar un test Tukey.

5.1.3 Variable insectos muertos

En la variable insectos muertos, la prueba de Tukey determinó (5) rangos diferentes, destacándose el tratamiento 6 pulverizado de altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill), siendo el mejor en una concentración de 3g. Adicionalmente el que presentó un resultado menor fue el tratamiento 5 pulverizado de altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill) a una concentración de 2g.

Tabla 5. Prueba de Tukey para la variable insectos muertos

Test Tukey Alfa= 0,05 DMS= 5,90424

Error: 5,9977. gl: 30

Tratamientos	Medias	n	E. E			
T5	3	4	1,22	A		
T8	5,75	4	1,22	A	B	
T7	7	4	1,22	A	B	C
T4	7,25	4	1,22	A	B	C
T2	7,25	4	1,22	A	B	C
T10	7,5	4	1,22	A	B	C
T3	8,25	4	1,22	A	B	C
T1	9,25	4	1,22		B	C
T9	10,00	4	1,22		B	C
T6	12,50	4	1,22			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El tratamiento 6 pulverizado de altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill) en una concentración de 3g presentó el mayor porcentaje de insectos muertos con el 63% por encima de los demás tratamientos (Gráfico 1).

De acuerdo a los resultados obtenidos para la variable insectos muertos, se evidenció que el tratamiento con pulverizado de altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill) en una concentración de 3g fue el que alcanzó el mayor porcentaje de mortalidad logrando un (63%), esto concuerdan con los resultados obtenidos por Zurita Vásquez et al., (2017) en su investigación "Eficiencia de plantas insecticidas en el control de *Shitophilus zeamais* M" su unidad experimental constituida por 150 g maíz con 20 gorgojos adultos, procedieron a incorporar 7.5 g de polvo vegetal los resultados sobresalientes para la variable gorgojos muertos fue con el pulverizado de altamisa obteniendo un 53.35% de insectos muertos.

En otro estudio realizado por Martínez, (2020) en el que se empleó purín de altamisa para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de melón, observó que en el tratamiento con altamisa (*Ambrosia artemisiifolia*) en una dosis de 300 g fue el que actuó de manera positiva en el control de mosca blanca y consiguió un buen desarrollo en la planta de melón. Por ende, coincide con Mesa et al., (2017) citado por Martínez, (2020) quien indica en su estudio que la altamisa posee propiedades efectivas para ser usado como larvicida y bactericida siendo una opción considerable para el control de ciertas plagas en los cultivos.

Además, cabe resaltar que el género *Ambrosia* no solamente es mencionada como una especie vegetal con principios insecticidas / repelentes, sino también ha mostrado ser eficiente en el control de ciertos ectoparásitos en animales, como lo demuestra un estudio realizado por Chávez et al., (2022), quien menciona que el efecto biocida natural

a base de *Ambrosia peruviana* en el control de garrapatas en bovinos, obtuvo los mejores resultados con la aplicación de concentrado de dicha especie vegetal al 25%, habiendo reducido la población de la garrapata (*Rhipicephalus microplus*) en un 88.33%.

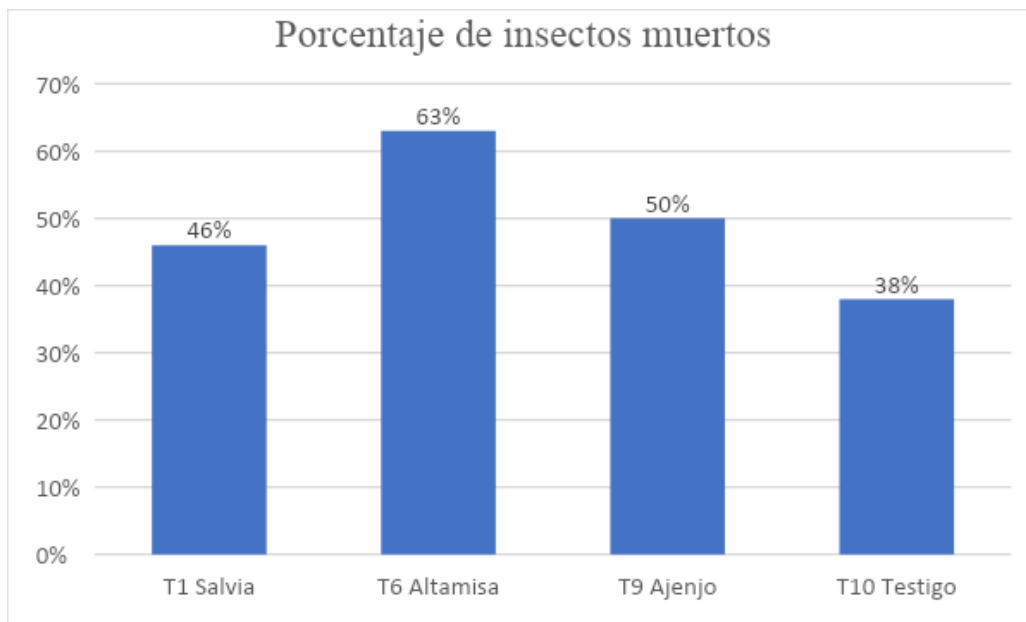


Figura 1. Comparación entre tratamientos

5.1.4 Variable granos infestados

En la siguiente variable no se encontraron diferencias significativas, habiéndose comportado de igual manera todos los tratamientos; ver (Anexo 4).

En cuanto a los resultados para la variable granos afectados no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, resultado que concuerda con los de Silva et al., (2005) en su investigación tenían la perspectiva de que, con una mayor mortalidad existiría también menos granos afectados, en su investigación esto tampoco ocurrió lo cual dejó ver que hay una variabilidad presente en los insecticidas vegetales, lo que dependería de factores como la especie, la variedad de la planta, la edad de la planta y la influencia del ambiente.

5.1.5 Variable pérdida de peso

Los resultados del ANOVA (Anexo 5) para la variable pérdida de peso, deja ver que existen diferencias significativas entre tratamientos.

Al analizar los resultados correspondientes a la prueba de Tukey (tabla 6) para la variable pérdida de peso, muestra cuatro rangos diferentes, siendo el de mayor pérdida de peso el tratamiento 2 Salvia (*Salvia sp*) en una concentración de 2 g y el de menor pérdida de peso el tratamiento 6 altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill) en una concentración de 3g constituyendo el mejor para el control de pérdida de peso de maíz infestado por gorgojo (Gráfico 2).

Tabla 6. Prueba de Tukey pérdida de peso

Test Tukey Alfa= 0,05 DMS= 8,91897

Error: 13,6726 gl: 30

Tratamientos	Medias	n	E. E		
T6	13,66	4	1,85	A	
T9	18,79	4	1,85	A	B
T4	23,03	4	1,85	B	C
T8	24,17	4	1,85	B	C
T7	26,35	4	1,85	B	C
T3	25,77	4	1,85	B	C

T5	26,03	4	1,85	B	C
T10	26,25	4	1,85	B	C
T1	28,62	4	1,85		C
T2	29,57	4	1,85		C

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se pudo destacar que la altamisa juega un papel importante en el efecto sobre el número de granos dañados, de la especie de gorgojo que se trate, lo cual se evidenció en un estudio realizado por Zurita Vásquez et al., (2017), quienes observaron que el menor número de granos de maíz perforados por el gorgojo *S. zeamais* fueron tratados con polvo de altamisa o también conocido como marco y ruda que presentaron un promedio 6,33 y 6,67 granos perforados, respectivamente.

Al decir de Lagunes (1994) y Rodríguez (2000) mencionados por Silva et al. (2005), la mayoría de las especies de vegetales muestran un efecto insectistático más que insecticida son preventivas más que curativas, pues una vez que el insecto penetra en el grano, cualquier polvo vegetal de probada eficacia protectora carece de efecto.



Figura 2. Porcentaje de pérdida de peso

5.2 Resultados del segundo objetivo específico

Para cumplir con el segundo objetivo específico “analizar los costos variables de los tratamientos en estudio para determinar el tratamiento de mayor viabilidad económica” se realizó una tabla con el costo para la obtención de 1 kg de pulverizado de todos los tratamientos.

Tabla 7. Costo para la obtención de 1 kg de pulverizado de las especies en estudio

Especie	Unidad	Planta en verde	Alquiler de equipos /día	Mano de obra/ día	Costo total / kg de pulverizado
Salvia	kg	83,33 \$	10 \$	10 \$	103,33 \$

Ajenjo	kg	83,33 \$	10 \$	10 \$	103,33 \$
Altamisa	kg	41,63 \$	10 \$	10 \$	61,63 \$

Para la obtención de 1 kg de pulverizado de salvia (*Salvia sp*), altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill) y ajenjo (*Artemisia absinthium* L), se sumó lo siguiente: costo de mercado de las especies vegetales en estudio, costo de la mano de obra y costo de alquiler de equipos en este caso de la estufa. Se observa que el costo para producir pulverizado de altamisa es el que tiene un menor valor.

Tabla 8. Costo de utilizar pulverizado de altamisa en un tanque de 45 kg

Pulverizado de altamisa 1350g

Valor de elaboración \$ 83,20

Mano de obra para aplicación \$ 3

Costo por aplicación a un tanque de 45 kg \$ 86.20

Fernanda Cabrera, Jorge González

Como se puede ver en la (tabla 8) el costo de la aplicación de un producto alternativo es elevado, sin embargo, con una producción a gran escala de pulverizado reduciría costos constituyendo en una alternativa eficiente, por otra parte, su uso podría presentar condiciones favorables como menor impacto al ambiente, ninguna residualidad en los granos almacenados, menor riesgo para las personas al emplear el producto. Esto si comparamos con el producto comercial de origen químico sintético que se emplea para el control de esta plaga conocido como fosfamida, el cual al entrar en contacto con la humedad ambiental produce fosfuro de aluminio, trayendo consigo el riesgo durante la manipulación, ya que éste al reaccionar con la humedad, se libera en forma de gas y podría causar envenenamiento o intoxicación por su mal manejo.

Con relación a los costos para la obtención de pulverizado vegetal existió variaciones evidentes entre los tratamientos empleados, siendo altamisa la alternativa de menor costo, para la obtención de 1kg del pulverizado de altamisa tuvo un costo total de (81.63\$), ajeno (123.22\$) y salvia (123.22\$) respectivamente. El tratamiento de altamisa en una concentración de 3g tiene características altamente protectantes para evitar la infestación del gorgojo del maíz (*Pagiocerus frontalis* Mill).

El uso de pulverizado de plantas como las utilizadas en la investigación son de fácil acceso para el agricultor por lo general están presentes como maleza, lo cual constituye importantes ventajas especialmente para el productor de escasos recursos.

Conclusiones

En la presente evaluación de alternativas de control del gorgojo (*Pagiocerus frontalis* Mill) en postcosecha de maíz (*Zea mays* L), se ha podido determinar que:

De los tratamientos en estudio, la especie vegetal llamada altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill) resultó ser más eficiente que el resto de los tratamientos, ya que presentó el mayor número de insectos muertos y la menor pérdida de peso del grano.

Si bien se pudo determinar que el uso del pulverizado duplicaría el costo del químico, es importante tener presente los posibles beneficios en cuanto a salud y ambientales del uso de compuestos alternativos de origen natural.

Recomendaciones

Recomendamos continuar con este estudio, enfocado principalmente en aumentar los niveles de concentración de altamisa a partir de las dosis evaluadas.

Aislar y determinar el principio activo presente en altamisa, el cual estaría actuando como insecticida/repelente.

Someter a análisis y evaluación el nivel o índice repelencia de los pulverizados de altamisa.

Examinar el efecto de la altamisa sobre otro tipo de gorgojos, como los que atacan maíz duro, arroz, soja, cebada.

Referencias

- AGROCALIDAD. (2015). Registro de insumos agrícolas. Obtenido de: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/Registro-de-productos-plaguicidas10-01-2015.pdf>
- Aldana, H. M. (1994). Eficiencia de la Deltrametrina en polvo (K-Obiol) en el control de los gorgojos del maíz *Sitophilus oryzae* (L.) y *Pagiocerus frontalis* (F.) en la zona maicera de Caqueza (Cundinamarca). Universidad Nacional de Colombia.
- Balarezo, D. (2014). Investigación del maíz blanco (Zhima) en la parroquia Rivera del Catón Azogues y propuesta gastronómica. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11952/1/58807_1.pdf
- Borsa, G., Barbos, A., Moldovan, G., & Micu, O. (2018). The decline in viability of corn seeds (inbred lines) under influence of the storage duration in “open warehouse. *agricultura*, 105-106.
- Brack A. (1999). Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. Edición Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas. p:48-9
- Cano de Terrones, T. (2014). CARACTERIZACIÓN DE UNA ESPIROLACTONA SESQUITERPÉNICA á-METILÉNICA OBTENIDA DE *Ambrosia arborescens* Miller Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD BIOLÓGICA EN *Tripanosoma cruzi*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 80(2), 124-135. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v80i2.157>
- Castañeda Matute, V. C. (2019). Evaluación in vitro de la capacidad antimicrobiana de los aceites esenciales de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) y altamisa (*Ambrosia arborescens* Mill) frente a la bacteria *Klebsiella pneumoniae* ATC 70693(Tesis de pregrad, UPS). Dspace <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2569/1/iniapscpl144.pdf>

- Castro R. & Mejía, K. (2011). Preferencia alimentaria de *Pagiocerus frontalis* en variedades de maíz en el distrito de Coya-Provincia de Calca. (Seminario de Investigación). UNSAAC. 53 pp. http://www.avocadosource.com/international/peru_papers/CastroRosa2011.pdf
- Catalán, W. (2012). Guía técnica del “Manejo Integrado De Plagas En El Cultivo De Maíz Amiláceo Blanco” Calca –Acomayo- Cusco. UNALM.
- Cevallos, S. (febrero de 2020). “Evaluación del efecto de ozono (o3) en el control de gorgojo *Pagiocerus frontalis* (f.), en granos almacenados de maíz suave (*Zea mays* L.). <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6627/1/PC-000821.pdf>
- Conabio. (2006). Proyecto Global de Maíces Nativos. México.
- Chávez, D., Andrade, V., Acosta, N., & Tumbaco, Y. (2022). EFECTO DE BIOCIDA NATURAL A BASE DE (*Ambrosia peruviana*, *Azadirachta indica*) PARA EL CONTROL DE GARRAPATAS EN BOVINOS.
- Dalguerre, V. (2015). Evaluación de formulados naturales a base de ajenojo (*Artemisia absintium*) para el control de pulgón verde en lechuga. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/198121419.pdf>
- De Leo, M., Saltos, M. B. V., Puente, B. F. N., De Tommasi, N., & Braca, A. (2010). Sesquiterpenes and diterpenes from *Ambrosia arborescens*. *Phytochemistry*, 71(7), 804-809. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.02.002>
- Deras Flores, H. (s.f.). Guía Técnica El cultivo del maíz. *repiica*, 9-10.
- Devine, G., & Furlong, M. (2007). Insecticide use: Contexts and ecological consequences. *Agriculture and Human Values*, 24, 281-306. <https://doi.org/10.1007/s10460-007-9067-z>.
- Disapio, O., Bueno, M., Busilacchi, H., Quiroga, M., & Severin, C. (2012). Caracterización Morfoanatómica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). *Redalyc*, 249-268.

Docampo, Patricia C, Spera, Marina, & Voitzuk, Ana P. (2014). Serie de casos de intoxicación fatal por ingesta intencional de fosforo de aluminio: case reports with fatal evolution. *Acta toxicológica argentina*, 22(3), 136-140. Recuperado en 24 de octubre de 2021, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-37432014000300004&lng=es&tlng=

EDIFARM, (2020). VADEMECUM AGRICOLA. (XVI EDICIÓN).

Espinoza, Z. (2014). Obtención y evaluación de aceites esenciales de plantas, para el control del gorgojo de los andes (*premnortypes latithorax*) en el cultivo de la papa (*solanum tuberosum ssp. andigena*) en el centro de quipaquipani, viacha. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5286/T-1944.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Faroni, L., Teixeira, M., Marques Pereira, I., Marques Pereira, L., & Pereira da Silva, F. (1993). Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. *FAO, regional para America Latina y el Caribe*

Foster, R. (1958). A catalogue of the ferns and flowering plants of Bolivia. *Contr. Gay Herb.* 184: 1–223.

Gómez, L. (1982). *Biología de Pagiocerus frontalis Fab Coleoptera Scolitydae in the northernmost.* 1-2. 14.

GoogleEarth. (2021). Obtenido de: [_https://www.google.com/intl/es/earth/download/gep/agree.html](https://www.google.com/intl/es/earth/download/gep/agree.html)

Guacho Abarca, E. F. (2014). caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) de la localidad san José de chazo. [Tesis de pregrado Escuela Politécnica del Chimborazo]- Repositorio Institucional Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

Guamán, R et al., (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. Obtenido de: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/2196>

- Herrera, H. A. G., Mejía, O. G., & Cortázar, J. C. G. (2018). *Vegetales pulverizados para el manejo de Sitophilus zeamais Motschulsky en almacenamiento*. 9, 12. Obtenido de: https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/GASTOXIN-20201201-094930.pdf
- INEC. (2020). Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2020 ECUADOR. Obtenido de: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- INIAP. (1994). Combate del gorgojo del maíz suave en almacenamiento casero mediante empleo de cal o ceniza. Obtenido de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2569/1/iniapscpl144.pdf>
- INIAP. (2014). Maíz suave en Ecuador. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rmaizs>
- INIAP. (septiembre de 2020). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de cultivo maíz de altura (Zea mays L)*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5581/1/iniapscGA009.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IIICA. (2013). Tecnología de bajo costo: guía para el almacenamiento hermético de semillas y granos/ IICA Proyecto Red SITCA. Cooperación Suiza en América central Managua: Nicaragua. IICA. 28pp. <http://repiica.iica.int/docs/B3416e/B3416e.pdf>
- JICA. (2007). Guía del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para técnicos y productores. Obtenido de: https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf
- Kameswara, R & Biodiversity International. (2007). Manual para el manejo de semillas en bancos de ger.pdf)

- Leyva, M., French, L., Pino, O., Montada, D., Morejon, G., & Marquetti, M. D. (2017). Plantas con actividad insecticida: una alternativa natural contra mosquitos. Estado actual de la temática en la región de las Americas. *Scielo*, 139-181.
- Llacer, E., & Jacas, J. A. (2011). Control químico de *Rhynchophorus ferrugineus*. Ensayos de eficacia sobre palmera canaria. *Redivia*, 32-35.
- Longardy Delamare, A. P., Moschen Pistorello, I. T., Artico, L., Atti-Serafini, L., & Sergio, E. (2005). Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *ELSEVIER*, 603-608.
- Mabey R. (2010). *The Story of Outlaw Plants*. Profile Books Ltd. pp. 102–103.
- Martínez, J. (2020). Métodos de control para gorgojo de maíz *Pagiocerus frontalis* Mill. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6256/T010_473871_51_t.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez Morante, L. A. (2020). EFICACIA DEL USO DE INSECTICIDA BOTÁNICO CON PURÍN DE ALTAMISA PARA CONTROL DE (*Bemisia tabaci*) EN EL CULTIVO DE MELÓN [Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MARTINEZ MORANTE LENIN ADRIAN_compressed.pdf
- Medina, M. R. (2012.). *Revisión de la intoxicación aguda por fosforo de aluminio*. 5.
- Nath, N., Bhattacharya, I., Tuck A. Schlipalius & Ebert, P. (2011) Mechanisms of phosphide toxicity. *Journal of toxicology*. 20(1): 1-9. <http://downloads.hindawi.com/journals/jt/2011/494168.pdf>
- Oleary, N., & Moroni, P. (2016). LAS ESPECIES DE SALVIA (LAMIACEAE) PARA ARGENTINA. *Redalyc*, 91-131.
- Ortega, S. (2000). Biología del barrenador del maíz *Pagiocerus frontalis* Fabr. [Tesis Pre Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4640/discover?query=1999&submit=lr>

- Perrin R., D. Winkelmann, E Moscardi & J. Anderson. (1983). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT. Folleto de información N° 27. México. 54 p
- Rebek, E., Frank, S., Royer, T., & Bogron, C. (2012). Alternatives to Chemical Control of Insect Pests. Obtenido de: <https://doi.org/10.5772/29887>
- Rodríguez, J., Silva, G., & Lagunes, A. (2022). Control de *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura, ISSN 0718-1620, Vol. 30, No. 3, 2003, pags. 153-160.
- Ruiz, C., Díaz, C., & Rojas, R. (2015). COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ACEITES ESENCIALES DE 10 PLANTAS AROMÁTICAS PERUANAS. Revista de la Sociedad Química del Perú, 81(2), 81-94. Obtenida de: <https://doi.org/10.37761/rsqp.v81i2.10>
- Sánchez Ortega, I. (2014). *E-Prints Universidad Complutense*. Obtenido de REDUCA: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27974/1/MAIZ%20I.pdf>
- Silva, G., Orrego, O., Hepp, R., & Tapia Maritza. (2005). *Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de Sitophilus zeamais en maíz almacenado*. <https://www.scielo.br/j/pab/a/8HLRNdRpPDTR3vx4J7zXtLJ/?format=pdf&lang=es>
- Summer, Paul, & Willian, E. (2009). Grain and soybean drying on Georgia farms Bulletin of University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences and Family and Consumer Science 873:12.
- Suquilanda, M. (1996). Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica Del Futuro. UPS. Fundación para el desarrollo agropecuario. Programa de Agricultura Orgánica Fundagro. Quito – Ecuador. 654 pp.
- Tapia Zurita, O. G. (2013). Control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), En semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays* var *rugosa*) con ajenojo "Santa

- Maria". (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*) QUITO-ECUADOR 2012 (TESIS DE PREGRADO, UPS). Repositorio institucional Dspace <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4777/6/UPS-YT00175.pdf>.
- Tavares, M. (2002). Bioactividade da erva de santa maria *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). <https://core.ac.uk/download/pdf/61884923.pdf>
- Torres, L. M. R. (2019). ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DE PAMPA ANÍS (*Tagetes filifolia* Lag.) SOBRE EL GORGOJO DEL MAÍZ (*Pagiocerus frontalis*). 144.
- Unesco. (marzo de 2017). *Nomenclatura internacional de UNESCO para los campos de Ciencia y Tecnología*. Obtenido de https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2017/03/codigos_unesco.pdf
- Vallalba Cárdenas, E. P. (2013). "ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE UN GEL ASTRINGENTE A BASE DE *Costus spicatus*, *Ficus carica*, *Salvia officinalis*" (tesis de pregrado). Riobamba.
- Zaebst, D. D., Blade, L. M., Burroughs, G. E., Morrelli-Schroht, P., & Woodfin, W. J. (1988). Phosphine Exposures in Grain Elevators during Fumigation with Aluminum Phosphide. *Applied Industrial Hygiene*, 3(5), 146-154. <https://doi.org/10.1080/08828032.1988.10388548>
- Zurita Vásquez, H., Valle Velástegui, L., Vásquez, C., Curay Quispe, S., Buenaño Sánchez, M., & Guevara Freire, D. (2017). Eficiencia del uso de plantas insecticidas en el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, (Coleoptera: Curculionidae). NOTA DE INVESTIGACIÓN.

Anexos

Anexo 1. Prueba de normalidad de las varianzas Shapiro – Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Insectos muertos fin	40	7,78	3,25	0,95	0,3251
Número de granos infestados	40	147,35	8,77	0,95	0,2111
Pérdida de peso final	40	24,02	5,57	0,95	0,3503

Anexo 2. Análisis de varianza insectos muertos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Insectos muertos	40	0,56	0,43	31,48

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	P- valor
Modelo	231.23	9	25,69	4,29	0,0012
Tratamiento	231.23	9	25,69	4,29	0,0012

Error	179.75	30	5,99
Total	410.98	39	

Anexo 3. Análisis de media utilizando el test de Tukey de insectos muertos

Test Tukey Alfa= 0,05 DMS= 5,90424

Error: 5,9977. gl: 30

Tratamientos	Medias	n	E. E			
T5	3	4	1,22	A		
T8	5,75	4	1,22	A	B	
T7	7	4	1,22	A	B	C
T4	7,25	4	1,22	A	B	C
T2	7,25	4	1,22	A	B	C
T10	7,5	4	1,22	A	B	C

T3	8,25	4	1,22	A	B	C
T1	9,25	4	1,22		B	C
T9	10,00	4	1,22		B	C
T6	12,50	4	1,22			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 4 Prueba de Tukey granos infestados.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=19,37430

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5	138,75	4	4,02	A
T7	142	4	4,02	A
T9	143,5	4	4,02	A
T10	145,25	4	4,02	A
T4	146,5	4	4,02	A
T2	147,25	4	4,02	A
T8	148,25	4	4,02	A
T6	151,5	4	4,02	A
T3	154,75	4	4,02	A
T1	155,75	4	4,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 5 Análisis de varianza pérdida de peso

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pérdida de peso	40	0,66	0,56	15,39

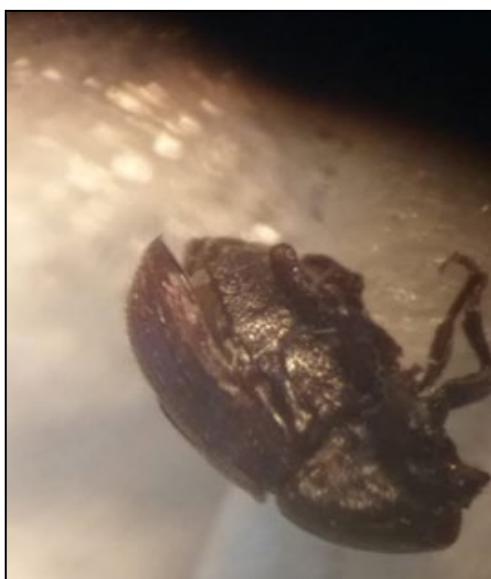
Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F. V.	SC	gl	CM	F	P- valor
Modelo	799,70	9	88,86	6,50	<0,0001
Tratamiento	799,70	9	88,86	6,50	<0,0001
Error	410,18	30	13,67		
Total	1209,88	39			

Anexo 6 Memoria fotográfica



Adquisición de maíz infestado con gorgojo



Identificación mediante estereomicroscopio de *Pagiocuerus frontalis* Mill



Crianza de gorgojos



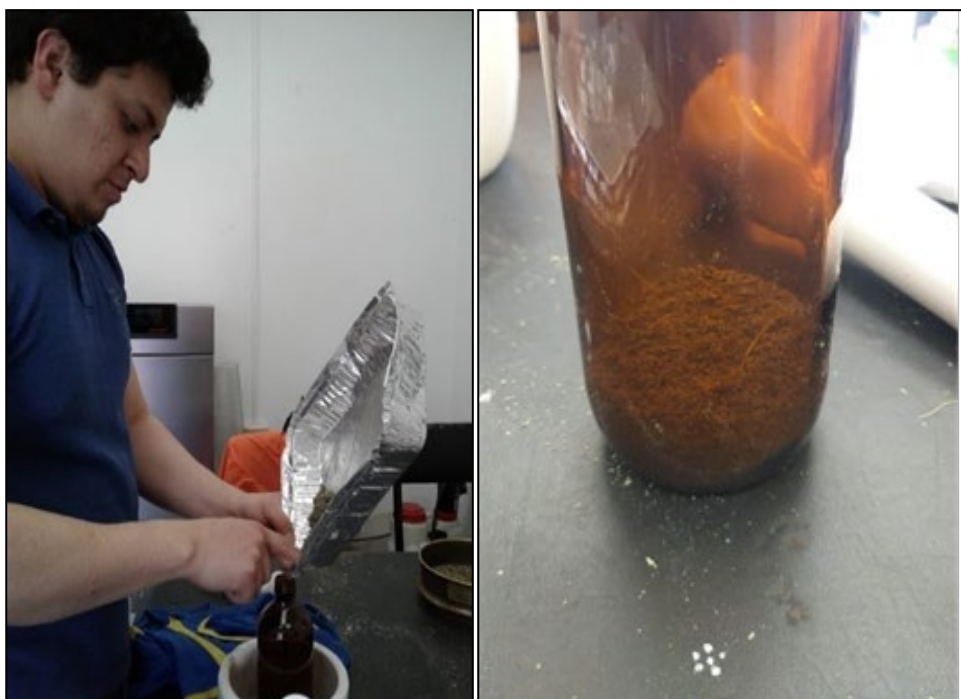
Adquisición de las plantas del estudio



Secado de plantas en estufa



Macerado de plantas



Almacenamiento de pulverizado en frascos ámbar



Preparación de Unidades experimentales (UE)

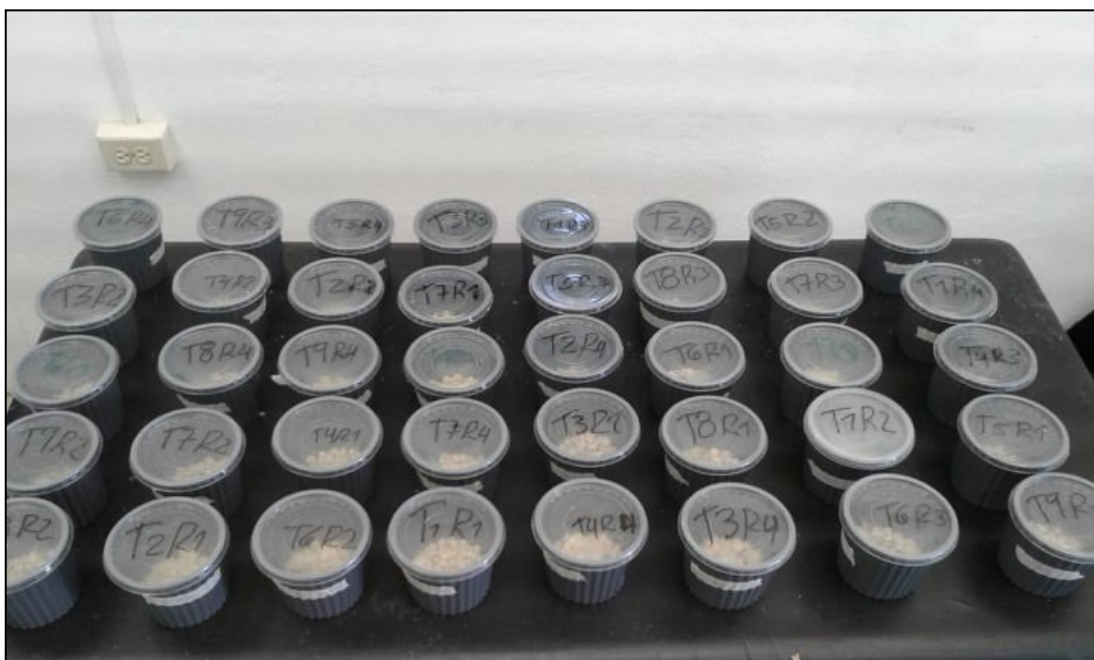


Incorporación de pulverizado en diferentes concentraciones 1,2,3 g

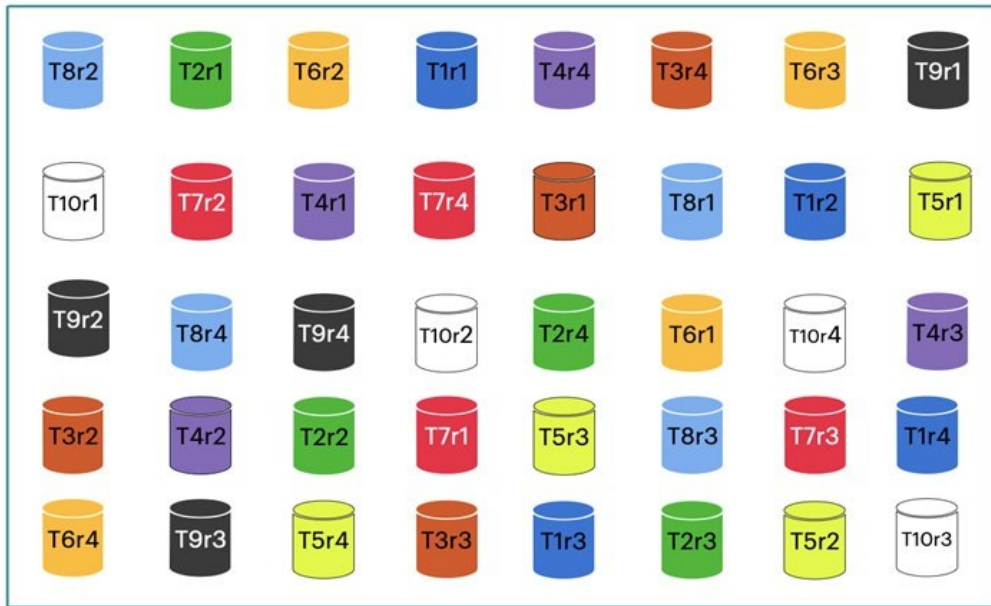




Selección e infestación con gorgojo



Distribución de los tratamiento en el laboratorio de Entomología 1



Distribución de los tratamientos



Toma de datos: mortalidad de insectos, peso de granos y número de granos infectados