

UCUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias
Carrera de Ingeniería Agronómica

Evaluación de alternativas de control de *Acanthoscelides obtectus* (Say) en granos de
Phaseolus vulgaris var. Canario en postcosecha

Trabajo de titulación
previo a la obtención del
título de Ingeniera Agrónoma

Autoras:

Jennifer Pamela Velecela Guamán

CI: 0107064032

Correo electrónico: jennifervelecela@gmail.com

Jazmín Azucena Zumba Abad

CI: 0302873641

Correo electrónico: jazminzumbaabad@gmail.com

Director:

Ing. Walter Iván Larriva Coronel M.Sc.

CI: 0101770865

RESUMEN

El fréjol es uno de los cultivos de gran importancia en Ecuador ya que se constituye como un ingreso económico para los agricultores. Sin embargo, en la etapa de almacenado es atacado por diversos insectos representando pérdidas significativas para los agricultores, siendo *Acanthoscelides obtectus* (Say) la principal plaga durante el almacenamiento de fréjol. El método de control se basa tradicionalmente en la aplicación de productos químicos como fosfuro de aluminio, siendo altamente tóxico para la salud humana. Por lo que la investigación experimentó con extractos vegetales como una alternativa para el control de la plaga. La investigación constó de seis tratamientos, cada tratamiento con 5 repeticiones; las repeticiones estaban conformadas de 5 envases y cada envase tenía 20 adultos de gorgojo en 500 gramos de semilla de fréjol variedad Canario, los tratamientos consistieron en extractos calientes de Pimienta negra (*Piper nigrum*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), Neem (*Azadirachta indica* A) y Altamisa (*Ambrosia arborescens* Miller), un producto químico (Fosfuro de aluminio) y tratamiento control, se empleó semilla infestada para el pie de cría, e implementó en los frascos con cada tratamiento, la toma de datos fue cada 10 días por un lapso de 90 días, las variables analizadas fueron porcentaje de granos dañados, número de adultos y costos por tratamiento. El extracto de altamisa y pimienta negra evidenciaron los mejores resultados al no presentar ningún gorgojo vivo a partir de los 30 días, de igual manera presentaron el menor porcentaje de daños en las semillas (1,43% altamisa y 1,64% pimienta negra), a diferencia de los costos variables ya que el tratamiento más factible es la pimienta negra (\$4,9). Por lo que, el extracto de altamisa y pimienta negra demostraron ser eficientes en el control de *Acanthoscelides obtectus*, además de económico y sostenible.

Palabras clave: extractos vegetales, *Acanthoscelides obtectus*, semillas de fréjol, control de insectos.

ABSTRACT

The bean is one of the crops of great importance in Ecuador since it constitutes an economic income for farmers. However, in the storage stage it is attacked by various insects, representing significant losses for farmers, with *Acanthoscelides obtectus* (Say) being the main pest during storage of beans. The control method is traditionally based on the application of chemical products such as aluminum phosphide, which is highly toxic to human health. Therefore, the research experimented with plant extracts as an alternative to control the pest. The investigation consisted of six treatments, each treatment with 5 repetitions; the repetitions were made up of 5 containers and each container had 20 weevil adults in 500 grams of Canario variety bean seed, the treatments consisted of hot extracts of black pepper (*Piper nigrum*), Eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill), Neem (*Azadirachta indica* A) and Altamisa (*Ambrosia arborescens* Miller), a chemical product (aluminum phosphide) and control treatment, infested seed was used for the breeding stock, and implemented in the jars with each treatment, data collection was every 10 days by a period of 90 days, the variables analyzed were percentage of damaged grains, number of adults and costs per treatment. The extract of mugwort and black pepper showed the best results by not presenting any live weevil after 30 days, in the same way they presented the lowest percentage of damage to the seeds (1.43% mugwort and 1.64% black pepper)., as opposed to variable costs since the most feasible treatment is black pepper (\$4.9). Therefore, the extract of mugwort and black pepper proved to be efficient in the control of *Acanthoscelides obtectus* (Say), as well as being economical and sustainable.

Keywords: plant extracts, *Acanthoscelides obtectus* (Say), bean seeds, insect control.

INDICE

RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. OBJETIVOS	20
2.1. Objetivo general	20
2.2. Objetivos específicos.....	20
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	21
3.1. Fréjol.....	21
3.1.1. Fréjol <i>Phaseolus vulgaris</i> var. Canario.....	21
3.1.2. Clasificación taxonómica.....	21
3.1.3. Descripción botánica.....	21
3.1.4. Etapa de postcosecha.....	21
3.1.5. Tipos de secado.....	22
3.1.6. Almacenamiento	22
3.2. <i>Acanthoscelides obtectus</i>	23
3.2.1. Clasificación taxonómica.....	23
3.2.2. Origen y distribución.....	23
3.2.3. Ciclo biológico.....	23
3.2.4. Daño e importancia.....	24
3.2.5. Métodos de control.....	24
3.2.5.1. Control químico	24
3.2.5.2. Control alternativo: Extractos vegetales	24
3.3. Plantas con efectos insecticidas	25
3.3.1. Altamisa (<i>Ambrosia arborescens</i> Miller).....	25
3.3.1.1. Descripción botánica	26
3.3.1.2. Características.....	26
3.3.2. Neem (<i>Azadirachta indica</i> A).....	26
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
4.1. Área de estudio.....	30
4.2. Materiales.....	30
4.3. Metodología	31
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
5.1. Número de gorgojos vivos a los 30 días.....	36

UCUENCA

5.2.	Número de gorgojos vivos a los 60 días.....	36
5.3.	Número de gorgojos vivos a los 90 días.....	37
5.4.	Porcentaje de granos dañados.....	40
5.5.	Costos variables de la implementación del tratamiento.....	42
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
6.1.	Conclusiones.....	46
6.2.	Recomendaciones.....	46
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	47
8.	ANEXOS.....	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conteo de gorgojos vivos a los 30 días.....	36
Tabla 2. Conteo de gorgojos vivos a los 60 días.....	36
<i>Tabla 3.</i> <i>Conteo de gorgojos vivos a los 90 días.</i>	37
Tabla 4. Análisis estadístico de porcentaje de granos dañados.	40
Tabla 5. Costos variables de la implementación por tratamiento.....	42
Tabla 6. Costos variables de control del gorgojo por cada tratamiento	43
Tabla 7. Costo de control de 45kg de semilla de fréjol.....	44

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Número de gorgojos vivos a los 90 días.....	38
Gráfico 2. Número de gorgojos vivos en granos almacenados de fréjol.	39
Gráfico 3. Porcentaje de granos dañados en el almacenamiento de granos de fréjol.	41
Gráfico 4. Costos de control por tratamiento sin considerar la semilla.....	44

INDICE DE IMAGENES

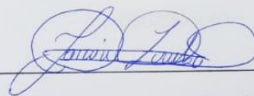
Imagen 1. Ubicación del área de estudio del experimento.....	30
Imagen 2. Distribución del experimento.	35

Cláusula de Licencia y Autorización para la Publicación en el Repositorio Institucional

Jazmín Azucena Zumba Abad en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación de alternativas de control de *Acanthoscelides obtectus* (Say) en granos de *Phaseolus vulgaris* var. Canario en poscosecha", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 20 de diciembre de 2022.



Jazmín Azucena Zumba Abad

C.I. 0302873641

Cláusula de Licencia y Autorización para la Publicación en el Repositorio Institucional

Jennifer Pamela Velecela Guamán en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación de alternativas de control de *Acanthoscelides obtectus* (Say) en granos de *Phaseolus vulgaris* var. Canario en poscosecha", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 20 de diciembre de 2022.



Jennifer Pamela Velecela Guamán

C.I. 0107064032

Cláusula de Propiedad Intelectual

Jazmín Azucena Zumba Abad, autora del trabajo de titulación "Evaluación de alternativas de control de *Acanthoscelides obtectus* (Say) en granos de *Phaseolus vulgaris* var. Canario en poscosecha", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 20 de diciembre de 2022.



Jazmín Azucena Zumba Abad

C.I. 0302873641

Cláusula de Propiedad Intelectual

Jennifer Pamela Velecela Guamán, autora del trabajo de titulación “Evaluación de alternativas de control de *Acanthoscelides* (Say) en granos de *Phaseolus vulgaris* var. Canario en poscosecha”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 20 de diciembre de 2022.



Jennifer Pamela Velecela Guamán

C.I. 0107064032

AGRADECIMIENTOS

Dios, tu bondad y tú amor me ayuda a seguir con cada paso que doy, gracias por permitirme concluir con salud una meta más de mi vida.

A mis padres Gloria y Guillermo, por ser mi apoyo incondicional, por estar presente y siempre anhelar lo mejor para mi vida.

A mi hermano Danny, quien con su peculiar forma de ser supo aliviar una larga jornada estudiantil.

A mi esposo Milton, por su compañía, apoyo, comprensión y paciencia en cada momento difícil, opacando ese instante con una sonrisa.

A Daysi, Angélica, Cristian y Jazmín, por ser mis amigos, compañeros y confidentes en esta aventura llamada universidad.

A mi tutor Ing. Walter Larriva, gracias por su motivación y enseñanzas, quien con su alegría por compartir sus conocimientos, me llenaban de entusiasmo para culminar con éxito mi carrera.

Gracias a la Universidad de Cuenca, por permitirme formar parte de ella, siendo un honor haber estado dentro de sus aulas.

Me honra agradecer el amor recibido, la paciencia y el apoyo de cada persona en esta etapa de mi vida, gracias.

Jennifer Pamela Velecela Guamán

AGRADECIMIENTOS

Quiero iniciar agradeciendo a Dios el centro de mi vida, el ser por el cual estoy aquí de pie, gracias por despertarme todos los días; gracias por consentirme.

Con honor agradezco a mi padre Iván por el apoyo, días y noches de desvelo aconsejándome que hacer frente a tantas dificultades profesionales y por ser el primero en creer en mi capacidad para lograr las cosas gracias a él soy el llamado “cerebro” de nuestros proyectos, la mujer que no se limita a nada.

Agradezco de manera especial a mi madre Azucena por ser mi paz y estabilidad emocional y mental, por ser esa luz en días tan grises, por ser quien con dedicación y amor preparaba mi desayuno (para evitar desmayos imprevistos) sin importar el sacrificio de sus horas de sueño.

A mis hermanos Ángelo, Angelica, Johanna, Dayana y Bladimir por hacer que mis preocupaciones estudiantiles se minimicen colaborando con sus chistes, consejos, locuras y ocurrencias.

A Christian, Jennifer, Angelica y Daysi amigos, cómplices y compañeros de grupo con quienes compartí risas, enojos, aulas y estandarizaciones convirtiendo la universidad en un ambiente más familiar que estudiantil.

Al Ing. Walter Larriva, docente carismático, respetuoso y con una gran responsabilidad para formar profesionales de calidad; hoy con gratitud mi tutor de tesis, sus consejos y paciencia fueron pieza clave en el desarrollo de múltiples trabajos.

A mis docentes Dios recompensará cada palabra, tolerancia y consejo brindado, somos el resultado del conocimiento derramado sobre nosotros, Gracias.

A las aulas, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Universidad de Cuenca, gracias por ser cómplices de nuestra formación académica, por recibirnos y albergar personas con sed de conocimiento convirtiéndome en Ingeniera Agrónoma.

Jazmín Azucena Zumba Abad.

DEDICATORIA

Lleno de alegría, amor y esperanza dedico mi tesis a cada persona especial de mi vida, quienes han sido mi razón para seguir adelante.

A mis padres Gloria y Guillermo por ser mi pilar fundamental en esta etapa de mi vida, quienes con su ejemplo me han enseñado a no rendirme en cada paso que doy.

A mi hermano Danny por permitirme compartir mi experiencia, siendo un ejemplo para ti.

A mi esposo Milton por ser mi apoyo en cada sueño a cumplir, brindándome su cariño, comprensión y amor.

A hija Abigail por ser mi motivación e inspiración para superarme cada día más.

Jennifer Pamela Velecela Guamán

DEDICATORIA

Con amor dedico mi tesis a cada persona que formó parte de mi trayectoria estudiantil gracias por su paciencia, entusiasmo y amistad.

A Dios por ser quien me levanta aun cuando ya no tenga ganas de seguir, por la salud, el amor, la sabiduría y la paciencia que han forjado mi carácter de perseverancia logrando mis propósitos.

A mis padres Iván y Azucena gracias por su amor que me permite hoy estar aquí, su dedicación, esmero y paciencia hacen que cada día confíe más en mi capacidad para lograr todo aquello que me propongo.

A mis hermanos Ángelo, Angelica, Johanna, Dayana y Bladimir, Dios me dio la gran fortuna de tenerlos, sin duda los mejores compañeros de esta aventura llamada vida, somos hermosas ramas con direcciones diferentes, pero con la misma raíz de amor.

Jazmín Azucena Zumba Abad.

1. INTRODUCCIÓN

El fréjol en el mundo ocupa el octavo lugar de leguminosas cultivadas y es importante para 300 millones de habitantes en todo el planeta (Torres & otros, 2013). En el Ecuador 121 mil hectáreas son dedicadas al cultivo de fréjol y comprende entre el 40 y 70% de ingresos económicos para los agricultores de la provincia de Cotopaxi, el 95% del cultivo se concentra en la sierra ecuatoriana en alturas de 1000 y 2800 m.s.n.m. (Ochoa, 2013).

El fréjol es un cultivo no perecible y puede ser almacenado por mucho tiempo, en Ecuador presenta un rendimiento de 0.2 t/ha, cifra que se encuentra por debajo del rendimiento óptimo, este comportamiento se relaciona con la presencia de plagas, enfermedades y el mal manejo poscosecha (Estévez, 2018). El fréjol se ha visto económicamente afectado por plagas de la familia Bruchidae, la principal el bruco común del fréjol (*Acanthoscelides obtectus*), el cual ha ocasionado pérdidas de hasta el 20% en el campo y 100% en los granos almacenados (Ramírez & Suris, 2015). El ataque de *A. obtectus* provoca que los granos de fréjol pierdan parcial o totalmente su valor comercial, se produce pérdida del peso, disminución de la capacidad germinativa y disminución de su valor nutritivo (Ramírez & Suris, 2015).

Los métodos de control de *A. obtectus* tradicionalmente están basados en la aplicación de productos químicos, a pesar de las consecuencias negativas que produce al medio ambiente y el ser humano (Silva, 2017). Entre los productos químicos más utilizados están el fosforo de aluminio, fosforo de magnesio y bromuro de metilo (Silva, 2017). Aunque el empleo de bromuro de metilo a partir del año 2005 no se puede utilizar, salvo para usos críticos (Nava & otros, 2010). Uno de los principales problemas en la agricultura moderna es creer que la plaga que afecta el cultivo puede ser erradicada por completo mediante el empleo de agroquímicos (Quevedo & Alférez, 2018). Sin embargo, en los últimos años se ha podido comprobar residuos químicos en los alimentos de consumo diario que han sido causantes de enfermedades en productores, consumidores y el medio ambiente (Guzmán & otros, 2016).

Con el fin de contrarrestar el efecto causado por el uso indiscriminado de pesticidas, nuevos investigadores centran su estudio en buscar alternativas que permitan desarrollar una agricultura con técnicas de control fitopatógeno de origen natural que prioricen la salud humana (Quevedo & Alférez, 2018). Se estima que alrededor de tres mil compuestos de origen vegetal tienen características antifúngicas, insecticidas y repelentes, esto ha generado nuevas expectativas en la agricultura, pues gracias a las propiedades de los residuos del metabolismo

secundario de las plantas, convierte a un gran grupo de especies vegetales en una alternativa de control eficaz (Edel, 2012). Entre las especies vegetales más utilizadas con efecto insecticida están el árbol del neem (*Azadirachta indica* Juss), el paraíso (*Melia azedarach* L.) y el eucalipto (*Eucalyptus* sp.) (Castellanos & otros, 2017).

Salazar & otros (2003) experimentaron con extractos de ají (*Capsicum annum*), ajo (*Allium sativum*), altamisa (*Ambrosia arborescens*), verbena (*Verbena officinalis*), borrachero (*Brugmansia arborea*), eneldo (*Anethum graveolens*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), ruda (*Ruta graveolens*), rábano (*Raphanus sativus*) y pispura (*Dalea coerulea*) para controlar la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y emplearon métodos de extracción y concentración. Los métodos de concentración para repelencia mostraron porcentajes del 90% de efectividad a las 24 horas de aplicación concluyendo en algunos casos que el uso de extractos vegetales se convierte en una alternativa de control para plagas y enfermedades. De igual manera, en el estudio de Castellanos & otros (2017) comprobaron la acción insecticida de bioproductos a base del polvo de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* L. y *Eucalyptus* sp. para el control de *Acanthoscelides obtectus* el cual obtuvieron el 70% de mortalidad a las 48 horas de aplicación y el 100% de mortalidad a las 168 horas de aplicación en las tres especies vegetales, siendo estas una alternativa tanto económica como amigable en el medio ambiente para el control de *A. obtectus*.

En el sector agrícola existe una variedad de precios ofertados para un mismo producto, esto hace que pequeños agricultores inviertan dinero en control de plagas y enfermedades para obtener productos competitivos, como resultado los costos de producción son elevados y muchas de las veces no son contabilizados, convirtiéndose en una agricultura de subsistencia, es aquí donde radica la importancia de contabilizar económicamente el proceso productivo (Tobar, 2016). Como alternativa para el análisis de costos una de las metodologías que mejor se ha ajustado a la producción agraria es la Propuesta por Perrin en el año de 1976 que analiza los ingresos frente a los costos variables, esto permite contrastar la diferencia de costos entre tratamientos planteados en los proyectos conociendo la inversión total (Ávalos-Cerdas & Villalobos, 2017).

Dentro de este contexto, la presente investigación tiene como fin experimentar con extractos vegetales para controlar el gorgojo del fréjol en etapa de poscosecha (almacenamiento), generando posibles nuevas alternativas tanto de manejo como económicas, al alcance de los agricultores ya que se emplean especies vegetales que en nuestro medio son consideradas como

UCUENCA

malezas y son de fácil acceso. De igual manera, contribuye a reducir la creciente demanda del empleo de agroquímicos por métodos menos perjudiciales para el medio ambiente y la salud del ser humano.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar alternativas de control de *Acanthoscelides obtectus* (Say) en granos de *Phaseolus vulgaris* en postcosecha.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la eficiencia de control de *A. obtectus* en granos de fréjol en postcosecha mediante extractos de altamisa, pimienta, eucalipto y neem.
- Realizar el análisis de los costos variables de los tratamientos en estudio.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Fréjol

3.1.1. Fréjol *Phaseolus vulgaris* var. Canario

El fréjol es una especie nativa de América, de gran importancia en la dieta alimenticia ya que forma parte de la seguridad alimentaria, se cultiva principalmente en zonas templadas y semi tropicales. En el Ecuador, Imbabura y Carchi son los principales productores de fréjol, en menor cantidad se encuentran Azuay, Bolívar y Loja (García, 2009). La superficie en Ecuador supera 120000ha/año de esto el 40 % se dedica a consumo local, el otro porcentaje es destinado a exportación (Malla, 2018).

3.1.2. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

3.1.3. Descripción botánica

El fréjol es una especie leguminosa, posee raíz principal, secundarias y terciarias, que permiten la absorción de nutrientes y agua del suelo (Cabrera & Reyes, 2008). El tallo es un eje principal compuesto por nudos y entrenudo, dependiendo de la variedad el hábito de crecimiento puede ser erecto, semi postrado y postrado, tiene hojas simples y compuestas que se encuentran insertadas en los nódulos del tallo. Las flores son hermafroditas y completas, están organizadas en racimos que se originan en las zonas axilares de las hojas y el fruto es una vaina. Las semillas se encuentran dentro y pueden ser de diversos colores y formas de acuerdo a la variedad que se esté utilizando (Cabrera & Reyes, 2008).

3.1.4. Etapa de postcosecha

La producción de fréjol actualmente es discontinua; sin embargo, el consumo y demanda se mantienen altos durante todo el año, es por esta razón que resulta indispensable su

almacenamiento. Este proceso resulta un desafío completo para los pequeños y medianos agricultores ya que se han visto afectados por plagas y enfermedades (Roque, 2014).

Para el almacenamiento del fréjol el agricultor cosecha el producto cuando los granos empiezan a cambiar de color fresco a un color amarillento según la variedad. Siempre se conservan las vainas el mayor tiempo posible en el campo con el fin de reducir los grados de humedad, en este estado la semilla detiene el crecimiento y alcanza la máxima cantidad de materia seca. El mejor momento de cosecha es cuando el grano posee una humedad de 12 a 13%, de esta manera se reduce el ataque de enfermedades (Araya & otros, 2013).

3.1.5. Tipos de secado

Secado al sol

Este método es muy conocido por los agricultores, para ello emplean lonas tendidas en terrazas o en patios, donde los granos son expuestos directamente al sol de la mañana, es importante que el secado se realice de manera progresiva para evitar arrugas de la corteza; en horas de la tarde los granos se guardan con el fin de no humedecerlos con la niebla de la noche (Roque, 2014).

Secado artificial

Esta práctica es ignorada por pequeños agricultores debido a las condiciones de economía, para ello se emplean secadoras automatizadas que se encargan de regular la temperatura y el porcentaje de humedad del grano (Araya & otros, 2013).

3.1.6. Almacenamiento

Actualmente los pequeños y medianos productores almacenan sus granos de forma tradicional que consiste en emplear un tacho donde colocan toda la semilla recolectada y lo ubican en la casa, de esta manera monitorean frecuentemente el ataque de insectos, en otros casos emplean productos químicos que adquieren en centros agrícolas. Bajo esta técnica el agricultor no determina dosis de producto a emplear adicionalmente no conoce la toxicidad y el riesgo a la salud que estos podrían provocar (Moreno & otros, 2005).

3.2. *Acanthoscelides obtectus*

Acanthoscelides obtectus (Say.) conocido como gorgojo, bruco del fréjol o escarabajo de las semillas es considerado una plaga importante de *P. vulgaris* (Ramírez & Suris, 2015), por su capacidad para afectar los granos tanto en el campo como en el almacenamiento (Silva, 2017).

3.2.1. Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Bruchidae

Género: *Acanthoscelides*

Especie: *A. obtectus* Say, 1831. (Fauna Europea, 2021).

3.2.2. Origen y distribución

A. obtectus proviene de las regiones ecuatoriales de Latinoamérica, se extiende por Norteamérica, Europa y África (Silva, 2017), por lo que se le considera como una plaga cosmopolita, ya que afecta en todas las regiones donde se cultivan o crecen plantas del género *Phaseolus* (Chávez, 2012).

3.2.3. Ciclo biológico

A. obtectus completa su ciclo de vida aproximadamente entre cinco o seis semanas, la temperatura óptima es 30°C y una humedad relativa máxima de 70%, estas condiciones permiten que el ciclo se desarrolle entre 22 y 26 días (Tejeda, 2011).

La hembra de *A. obtectus* deposita los huevos directamente sobre la semilla, las larvas recién emergidas presentan un color blanco lechoso, miden cerca de 1 mm y pueden llegar hasta 4 mm en el último estadio, en el cual realizan cámaras para pasar la fase de pupa haciendo un orificio para la salida del adulto. Generalmente, la hembra es más grande que el macho y se diferencia entre sexos por la inclinación del pigidio, es decir, en la hembra es oblicua y en el macho es vertical. Los adultos para iniciar su ciclo biológico no necesitan alimentarse, y pueden emparejarse a las 24 horas. Además, presentan la capacidad de fingir estar muertos cuando son perturbados, siendo un problema al momento de realizar un control (Silva, 2017).

3.2.4. Daño e importancia

El daño que ocasiona *A. obtectus* es en el estadio de larva al perforar los granos, formando así una cámara pupal con salida al exterior, cuya cutícula se rompe una vez que ha emergido el adulto (Tejeda, 2011), este daño está directamente relacionado con las condiciones de humedad, temperatura y tiempo de almacenamiento, lo que favorece al endurecimiento del grano y la infestación del gorgojo, pues a una temperatura superior a 30°C y una humedad relativa promedio de 70% permiten el desarrollo del gorgojo alrededor de 20 días, el fréjol puede ser almacenado durante 8 meses, luego de este periodo permite la rápida infestación de plagas o insectos. Otro daño importante es la pérdida de postcosecha, ya que ocasiona pérdidas hasta el 20% en el campo y el 100% en granos almacenados (Ramírez & Suris, 2015) así como, una reducción de 70% en la germinación de las semillas (Silva, 2017).

3.2.5. Métodos de control

3.2.5.1. Control químico

Generalmente, los productores para contrarrestar el ataque de *A. obtectus* emplean insecticidas químicos como el sulfuro de aluminio (Phostoxin), ya que este producto proporciona protección a las semillas (López & otros, 2016).

3.2.5.2. Control alternativo: Extractos vegetales

Diversas investigaciones indican que el empleo de compuestos de origen vegetal son una alternativa para el control de insectos, ya que se constituyen como un método amigable para el medio ambiente y no perjudicial en la salud.

Mendoza & otros (2016) experimentaron con bioinsecticidas a base de polvo de hoja, tallo, cáscara de semilla y aceite de higuera (*Ricinus communis*); polvo de hoja y tallo de gobernadora (*Larrea tridentata*) y polvo de ajo (*Allium sativum*) en semillas de maíz, fréjol y trigo para el control de plagas de almacén (*Sitophilus zeamais*, *Sitophilus granarius* y *Acanthoscelides obtectus*) a dos concentraciones de 0,1 g y 0,2 g por cada 200 g de semilla, donde obtuvieron el 100% de control de *Sitophilus granarius*, *Sitophilus granarius* y *Acanthoscelides obtectus* a las 24 horas mediante el aceite de higuera en las dos concentraciones para las tres especies, mientras que en las otras especies vegetales el control fue superior al 50% siendo una cifra considerable en el umbral de control.

UCUENCA

En otro estudio, López & otros (2016) contribuyen con su investigación en el control de *Acanthoscelides obtectus* en fréjol almacenado mediante el empleo de raíz de chilca (*S. salignus*), pimienta negra (*P. nigrum*), polvo de pino de ocote (*P. oocarpa*), polvo de maíz (*Z. mays*), cascabillo o polvo de fréjol (*P. vulgaris*), mezcla de cal con ceniza (relación 1:1) y arena fina de río a una concentración de un gramo de polvo de cada especie vegetal por 100 gramos de semilla de fréjol, obteniendo como resultado, el menor daño de granos de fréjol se obtuvieron con los tratamientos de polvo de pimienta con un 1,64 % y 3,55 % de la mezcla de cal con ceniza. Con relación al número de gorgojos vivos, fue con la pimienta negra y mezcla de cal con ceniza que se obtuvieron los mejores valores, siendo estos de 12 y 3 gorgojos vivos respectivamente, comparado con los demás tratamientos que obtuvieron entre 92 y 148 gorgojos vivos.

Así mismo, Nava & otros (2010) experimentaron con extractos fríos y calientes de batamote (*B. glutinosa*), eucalipto (*E. globulos*) y paraíso (*M. azedarach*) para el control de *Acanthoscelides obtectus* en semillas de fréjol, teniendo como resultado al tercer día un porcentaje de mortalidad de *A. obtectus* mayor a 35%, a los seis días el porcentaje era superior a 55% y al noveno día el porcentaje era 100% de mortalidad en el extracto caliente de eucalipto y extracto frío y caliente de batamote.

3.3. Plantas con efectos insecticidas

Actualmente, con el objetivo de buscar nuevas alternativas que permitan contrarrestar el efecto de insectos en el ámbito agrícola y animal, se han encontrado cerca de 1200 especies vegetales con características insecticidas y fúngicas (Maureen & otros, 2017). Las plantas tienen características peculiares como: amargo, repugnante, sintetizan sustancias químicas de forma natural que provoca desbalance en el funcionamiento normal del insecto, de esta manera se ha logrado reducir la población y ataque de varios insectos (Quispe, 2018).

3.3.1. Altamisa (*Ambrosia arborescens* Miller)

La altamisa es una especie procedente de América del Norte, pertenece a la familia Asteraceae. En Ecuador crece en forma silvestre y se puede encontrar en casi toda la sierra ecuatoriana (Abad & Piedra, 2011).

3.3.1.1. Descripción botánica

Es una planta de hábito herbáceo con una altura promedio de 50 cm a 1 m, tiene un tallo semileñoso pubescente, las hojas son alternas multilobuladas, la inflorescencia es en capítulos con racimos terminales y axilares, las flores son pequeñas de color amarillo verdoso y su fruto es un aquenio ovoide oscuro o negro (Criollo, 2015).

3.3.1.2. Características

La altamisa contiene un aceite especial en las hojas y en el tallo, en el que se han identificado los monoterpenos alcohol y acetona de artemisia, borneol, acetato de bornilo, alcanfor, 1-8-cineol, para-cimeno, geraniol, limoneno, alfa y beta-pineno, terpinenol y gamma-terpineno; los sesquiterpenos delta-cadineno, cariofileno, copaeno, cumán. Por lo general, las ramas y hojas son utilizadas como insecticidas para eliminar insectostierros, pulgas, piojos y moscos (Abad & Piedra, 2011).

3.3.2. Neem (*Azadirachta indica* A)

Es un árbol perteneciente a la familia Meliaceae, originario de la India y de Birmania (Berenguer & otros, 2013). En Ecuador, el neem es poco difundido, aunque existen cultivos en Santa Elena y Guayaquil, en el Hospital Alejandro Mann y en los viveros de la ESPOL (Hidalgo, 2002).

3.3.2.1. Descripción botánica

El neem es una especie de crecimiento rápido, puede alcanzar una altura de 25 m, su tronco es recto de corteza gris, copa redonda y densa, las hojas son alternas compuesta, las flores son de color blanco o crema, pequeñas, bisexuales, de aroma similar a la miel. Las semillas son una drupa carnosa (Valarezo & otros, 2008)

3.3.2.2. Características

El neem contiene principalmente esteroides, alcaloides, flavonoides, glucósidos, terpenoides y limonoides (triterpenoides). Estos son de mayor importancia debido a su concentración y actividad para inhibir el desarrollo de los insectos (Valarezo & otros, 2008).

El neem produce un compuesto insecticida natural y biodegradable llamado azadiractina, el cual tiene baja toxicidad en el campo sobre vertebrados e insectos benéficos (Villamil & otros, 2012). Sin embargo, el efecto depende de la dosis y de la especie a controlar, ya que puede

reducir la alimentación, viabilidad de ninfas, comunicación sexual, impedimento de la oviposición, esterilidad en adulto e incluso puede producir toxicidad aguda (Esparza & otros, 2010)

3.3.3. Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill)

El eucalipto es una especie de la familia Myrtaceae, actualmente existen cerca de 700 especies, en Ecuador se encuentra el *Eucalyptus globulus* Labill, se cree que es una especie originaria de Australia e introducida en el año de 1860 (FAO, 1981). En Ecuador existen grandes plantaciones de eucalipto con fines maderables por ser una madera dura de rápido secado y resistente al ataque de hongos; sin embargo, en la sierra ecuatoriana se encuentra formando bosques en terrenos abandonados, linderos, etc (Jiménez, 2015). Diversas zonas la consideran como maleza ya que absorbe gran cantidad de agua, compacta el suelo, reemplaza la vegetación nativa, etc. (Delgado & otros, 2006).

3.3.3.1. Descripción botánica

Es un árbol siempre verde, alcanza alturas de 45 a 75 m, el ancho del tronco supera los 2 m de diámetro, tiene hojas dimorfas de color verde azulado, las flores son solitarias, grandes, blancas y axilares, presentan copas globosa u oblonga (Quispe, 2018). El sistema radicular es bien desarrollado generalmente forma una red que abarca gran área (Majada & otros, 2012).

3.3.3.2. Características

El eucalipto es una planta con características alelopáticas que inhiben el crecimiento de otras especies a su alrededor, entre las principales sustancias químicas esta p-mentano-3,8-dioles, eucalptina y triterpenoides (Cazar & otros, 2014). Los aceites esenciales de esta especie pueden ser sintetizados en cualquier parte de la planta y están compuestos por terpenos, terpenoides, componentes aromáticos y alifáticos (Granados & otros, 2015). El componente principal es el cinetol monoterpénico bicíclico 1,3,3- trimetil-2-oxabicyclo conocido como eucalyptol, esta sustancia repele el agua, puede ser mezclado con éter, etanol y cloroforno (Quispe, 2018). El aceite esencial obtenido del eucalipto ha evidenciado propiedades antifúngicas, insecticidas, repelente, acaricida y nematocida (Cazar & otros, 2014).

3.3.4. Pimienta negra (*Piper nigrum*)

La pimienta negra es originaria de la India, pertenece a la familia *Piperaceae*, género *Piper* que incluye entre 600 a 700 especies en su mayoría con propiedades aromáticas (Guajardo,

2019). En la actualidad existe una alta demanda de productos derivados de la pimienta, comercialmente se diferencian la pimienta negra, blanca y verde, sin embargo, se originan de la misma planta siendo el fruto recolectado en diferentes tiempos de maduración (IICA, 2007).

3.3.4.1 Descripción botánica

Es una especie de tallo leñoso redondo, posee hojas dísticas de peciolo corto, las ramas poseen unas raicillas en forma de zarcillos, posee flores pequeñas unicelulares con un olor característico, las flores están dispuestas en espigas y los frutos son bayas pequeñas sésiles de color verde (Brenes & Campos, 2016).

3.3.4.2 Características

La pimienta negra además de ser un condimento en la preparación de platillos gourmet, se ha descubierto que presenta características alelopáticas benéficas en el control de plagas de casa (Accame, 2009). Los frutos contienen piperina, un alcaloide que otorga propiedades antiinflamatorias, analgésicas, conservantes, insecticida y es eficaz en el control de larvas, los principales componentes son glucósidos, taninos y flavonoides. En una investigación sobre “Evaluación de *Piper nigrum* (pimienta negra) y su potencial aplicación en odontopediatría” se analizó el extracto etanólico que inhibe el crecimiento de un gran rango de bacterias, mientras que el etilacetato de *Piper nigrum* ha mostrado inhibición en contra de *S. aureus*, *P. aeruginosa* y *V. cholera* (Guajardo, 2019).

3.3.4.3 Costos del control:

Como se vio anteriormente, varias son las alternativas que se podrían emplear para manejar/controlar las altas poblaciones del gorgojo del fréjol; sin embargo, es fundamental que además de su posible eficacia, también se conozca el costo que el empleo de dicha opción tendría, por lo tanto, es fundamental realizar el análisis económico de la nueva opción tecnológica. Para conseguir aquello, Perrin & otros, en el año de 1976 propuso una metodología para contabilizar costos variables dentro de un proyecto agrícola con la finalidad de establecer una comparación entre gastos económicos requeridos para un tratamiento frente a otro dentro de un mismo proyecto, este método emplea presupuestos parciales que permiten relacionar costos y beneficios lo que les permite establecer recomendaciones para decidir si adoptar o no el tratamiento en estudio (Ávalos-Cerdas & Villalobos, 2017).

UCUENCA

El análisis consiste en evaluar los ensayos implementados en las fincas o áreas de estudios al finalizar el proyecto, donde un técnico agrónomo y agricultores presenta sus opiniones frente los resultados obtenidos con los tratamientos propuestos, se clasifica los tratamientos según su eficiencia y esto se compara con los costos para que el agricultor vea qué probabilidad y alcance económico tiene para emplear el tratamiento. Un tratamiento puede tener el 95% de eficiencia, pero los costos de implementación pueden sobrepasar el presupuesto del agricultor y viceversa, por lo tanto, no sería viable su empleo (CIMMYT, 1988).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

La investigación se desarrolló en la parroquia Paccha de la ciudad de Cuenca, Provincia del Azuay a una altura de 2560 msnm. El experimento se realizó en una área específica y restringida destinada solo para el experimento, simulando el método de almacenamiento del agricultor, cuarto oscuro con una temperatura promedio $19^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.



Imagen 1. Ubicación del área de estudio del experimento.

4.2. Materiales

El experimento se desarrolló mediante el empleo de materiales físicos, químicos y biológicos, detallados a continuación:

Materiales físicos.

- Envases plásticos
- Identificadores
- Frascos para la reproducción de insectos
- Lupa
- Balanza
- Olla

UCUENCA

- Atomizador
- Bandejas
- Cuaderno de campo
- Computadora

Materiales químicos.

- Fosfuro de aluminio (Gastoxin)

Materiales biológicos.

- Semillas de fréjol var. Canario
- Individuos de insectos adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Say).
- Aceite de neem
- Pimienta negra
- Eucalipto
- Altamisa

4.3. Metodología

La investigación constó de seis (6) tratamientos y cinco (5) repeticiones, con un total de 30 unidades experimentales; cada repetición estuvo conformada de cinco (5) envases plásticos, cada uno de los cuales contenía en su interior 500 gramos de semilla de frejol variedad Canario. Por lo tanto, en la presente investigación se empleó un total de 150 envases plásticos, 75 kg de semilla de fréjol Canario y 3000 gorgojos adultos entre macho y hembras.

Método de extracción

Plantas recolectadas en campo: En varias investigaciones se evidencia que el método que mejores resultados presenta en el control de gorgojo es extracción caliente, como mencionan Benigno & otros (2010) en su investigación, pues en su metodología establecen el uso de 1 gramo de muestra vegetativa por cada 100 ml de agua obteniendo el control total de gorgojo al noveno día mediante el empleo de extracto caliente de eucalipto (*E. globulos*) y paraíso (*M. azedarach*). Debido al número de repeticiones en el experimento se usará 500 ml de agua por tratamiento según la metodología propuesta por Benigno & otros (2010).

La técnica consiste en llevar a punto de ebullición el agua y colocar la muestra vegetativa durante 10 segundos y retirar del fuego, dejar reposar durante 24 horas y posteriormente filtrar.

UCUENCA

Esta técnica se utilizó para pimienta negra (*Piper nigrum*), eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill*) y altamisa (*Ambrosia arborescens* Miller). Por otra parte, el aceite de neem fue diluido en agua a una relación de 5 ml de aceite de neem por 1000 ml de agua según la recomendación de la ficha técnica de Biogarden Biotecnología, es decir, el proyecto empleó 2,5 ml por 500 ml de agua.

Para lo cual se planteó los siguientes tratamientos:

T1: Control semilla sin aplicación asperjados en agua estéril

T2: 5 gramos de altamisa en 500 ml

T3: 2,5 ml de neem

T4: 5 gramos de pimienta negra en 500 ml

T5: 5 gramos de eucalipto en 500 ml

T6: Fosfuro de aluminio (Gastoxin)

Extractos vegetales a evaluar

Los extractos empleados fueron obtenidos a partir de: la pimienta negra de la semilla, neem como aceite comercial, eucalipto de sus hojas y brotes tiernos y la altamisa a través de hojas y flores.

- Pimienta negra: La pimienta negra se obtuvo en semilla en polvo en los supermercados de la Ciudad de Cuenca.
- Neem: El neem, al ser una planta poco común en nuestro medio, se la utilizó como aceite, que se expende en centros naturistas.
- Altamisa: La altamisa se recolectó en las zonas subhúmedas del Descanso ya que en esas condiciones crece de forma abundante.
- Eucalipto: Esta planta fue recolectada en los bosques del barrio “Unión y Progreso” de la parroquia Paccha.

Recolección de Insectos

El protocolo descrito a continuación se empleó para el gorgojo *Acanthoscelides obtectus* (Say). En donde la etapa fenológica más agresiva de *Acanthoscelides obtectus* (Say) es en estado adulto miden de 0.8 a 4 mm siendo de fácil identificación (Baltazar Castañeda, 2021). Para la obtención de insectos se contó con semilla infestada.

UCUENCA

El ciclo biológico general de *Acanthoscelides obtectus* (Say) dura alrededor de tres meses, llegando a completar hasta cuatro generaciones durante el año. Es importante considerar que, dentro de la biología del insecto, los estadios de larva, prepupa y pupa ocurren dentro del grano, así mismo, investigaciones reportan que durante estos estadios la mortalidad depende de la cantidad de alimento disponible, por lo que para su reproducción se requirió de una gran cantidad de grano de calidad (Ramírez & Suris, 2015). Para la implementación del experimento se realizó un pie de cría, para lo cual se colocó la semilla infestada en un tacho de 20 litros con perforaciones que permitirán el intercambio de oxígeno adicionando semilla sana que sirvió para la alimentación de la próxima generación, este proceso duró alrededor de 6 semanas. Para el establecimiento de las unidades experimentales se emplearon envases plásticos con perforaciones milimétricas para evitar la salida de los gorgojos adultos y permitir el intercambio de oxígeno. Una vez obtenida la primera generación, se realizó un sexado con ayuda de un estereomicroscopio que nos permitió diferenciar los órganos genitales, posteriormente se colocó 10 parejas de gorgojos en los envases de los diferentes tratamientos.

Implementación

Nava & otros (2010), en su investigación sobre “Utilización de extractos de plantas para el control de gorgojo pardo *Acanthoscelides obtectus* (Say) en frijol almacenado” emplean el método de aspersión de extractos sobre las semillas en estudio, mencionando que este método evita el cambio en las propiedades de la semilla reduciendo el ataque de hongos y en sus resultados las variaciones se deben a los extractos, sin afectar el método de aplicación en las semillas obteniendo más del 50% en la efectividad del control según el tratamiento. Para la aplicación de los extractos se empleó el método de aspersión de las semillas en cada tratamiento, posterior a esto se colocaron las semillas en una bandeja y dejamos secar al sol para mejor impregnación. Cuando la semilla se encuentre sin humedad colocar en las botellas y añadimos las 10 parejas de gorgojos.

Objetivo específico uno: Evaluar la eficiencia de control de *A. obtectus* en granos de fréjol en postcosecha mediante extractos de altamisa, pimienta, eucalipto y neem.

Metodología para el objetivo específico uno: Se colocó 500 g de granos de fréjol de la variedad Canario en cada uno de los envases plásticos, posterior a esto se adiciono cada uno de los tratamientos en estudio en las cantidades ya previamente definidas; se debe tener presente que el tratamiento testigo fue asperjado en agua estéril mientras que en el tratamiento químico solo se implementó el producto, la infestación se realizó en cada envase con las especies de

UCUENCA

gorgojo en estudio, colocando 20 adultos (10 machos y 10 hembras). Cada envase fue adecuadamente tapado, con la finalidad de evitar fuga de los volátiles de las especies vegetales en estudio.

Luego de la inoculación se tomó datos cada 10 días por un lapso de 90 días, en la cual se contabilizó el número de insectos vivos en cada uno de los tratamientos y el número de semillas dañadas fue contabilizada en el noveno conteo, para obtener con mayor precisión la relación de semillas dañadas y sanas se contabilizó el número de semillas de fréjol de 5 tarrinas al azar de cada tratamiento, es decir, en 500 g de semillas existen 558 semillas promedio.

Para el porcentaje de granos dañados se realizó a través de la fórmula descrita a continuación.

$$\% GD = \frac{n}{N} \times 100$$

Donde:

% GD = Porcentaje de grano dañado

n = Número de granos dañados

N = Número de granos utilizados por tratamiento

De igual manera, se realizó la toma de datos de la temperatura y humedad del área de almacenamiento, con el fin de conocer las condiciones en las que se desarrolló el experimento.

Variables a medir: porcentaje de granos dañados y número de gorgojos vivos en cada uno de los tratamientos.

Objetivo específico dos: Realizar el análisis de los costos variables de los tratamientos en estudio.

Metodología para el objetivo dos: Para evaluar los costos variables de los tratamientos en estudio, se empleó la metodología propuesta por Perrín & otros, (1983) y CIMMYT (1988). Para ello se procedió a contabilizar el costo de cada uno de los materiales usados por tratamiento empleado y posteriormente relacionarlo a 45 kg de semilla de fréjol, es decir, un saco. Al finalizar la toma de datos, mediante análisis de la eficiencia de los tratamientos para controlar *Acanthoscelides obtectus* (Say) se estableció un orden desde el más eficiente hasta el de menor eficiencia (menor número de gorgojos vivos) estos datos fueron comparados con los costos totales de cada tratamiento.

UCUENCA

VARIABLES A MEDIR: diferenciación entre los costos de los tratamientos empleados.

Diseño experimental

El experimento estuvo distribuido en un Diseño Completamente al Azar, el cual consta de seis tratamientos y cinco réplicas por tratamiento, con un total de 30 unidades experimentales. Cada unidad experimental consta de 500 g de fréjol y 10 parejas de insectos.

La siguiente imagen representa la manera en la que se encontró distribuido el experimento.

T6R1	T4R1	T3R3	T5R1	T4R2
T1R2	T2R1	T6R5	T6R2	T3R2
T1R1	T3R1	T5R3	T1R3	T1R4
T5R4	T4R3	T2R4	T3R4	T1R5
T4R4	T2R5	T5R2	T4R5	T5R5
T6R4	T2R2	T2R3	T3R5	T6R3

Imagen 2. Distribución del experimento.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para los resultados se tomó como referencia tres fechas representativas que son a los 30 días, 60 días y 90 días de esta manera se establece una diferencia marcada detallada a continuación. Sin embargo, los datos obtenidos no presentaron normalidad, por lo que se empleó análisis no paramétricos.

5.1. Número de gorgojos vivos a los 30 días

Mediante la prueba de Kruskal Wallis la **tabla 1** muestra que a los 30 días de implementados los tratamientos, sí existen diferencias estadísticamente significativas, el tratamiento 6 en donde se utilizó fosfuro de aluminio difiere de todos los tratamientos presentando un valor promedio de 0 gorgojos vivos, mientras que el tratamiento T1 (control) presentó una alta población de gorgojos vivos teniendo una media de 16,16.

Tabla 1. *Conteo de gorgojos vivos a los 30 días.*

Tratamientos	Medias	Ranks
T6	0,00	6,00 A
T2	0,28	12,60 A B
T5	0,28	12,90 A B
T3	0,88	13,30 A B
T4	1,44	20,20 B C
T1	16,16	28,00 C

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

5.2. Número de gorgojos vivos a los 60 días

El conteo de gorgojos a los 60 días mostró dos rangos, que muestran valores de 0 gorgojos vivos siendo el uso de fosfuro de aluminio, extracto de pimienta negra y extracto de altamisa eficiente en el control de la plaga de gorgojo. Para los tratamientos T5-T3-T1 las medias estadísticas de gorgojos vivos se incrementaron. (Tabla 2.)

Tabla 2. *Conteo de gorgojos vivos a los 60 días.*

Tratamientos	Medias	Ranks
T4	0,00	8,00 A

UCUENCA

T2	0,00	8,00	A
T6	0,00	8,00	A
T5	3,28	20,40	B
T3	3,00	20,60	B
<u>T1</u>	<u>43,08</u>	<u>28,00</u>	<u>B</u>

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

Los resultados obtenidos difieren de los presentados por Castellanos & otros (2017) en su investigación sobre “acción insecticida más tardía con bioproductos de tres plantas para el control del gorgojo pardo *Acanthoscelides obtectus*” donde experimentan bioproductos preparados que contienen 75 g polvo del material vegetal, 12,5 g de cal y 12,5g de polvo de zeolita obteniendo el 75% de efectividad a los 3 días, nuestros resultados con el extracto de eucalipto y neem muestran un incremento de gorgojos vivos a los 60 días esto puede deberse a la diferencia de metodología ya que el uso de extractos por aspersion y secado tiene menor eficacia bajando la tasa metabólica del animal y dando opción a que los gorgojos establezcan una nueva generación en comparación a la aplicación en polvo que permanecen dentro del recipiente generando una cámara de aire contaminado con el extracto, además emplear cal provoca deshidratación en huevos y larvas lo que impide su reproducción provocando la mortalidad de *A. obtectus* (Say).

5.3. Número de gorgojos vivos a los 90 días

Estadísticamente el número de gorgojos vivos a los 90 días tiene diferencias significativas, en la cual se aprecia dos rangos, en efecto, el tratamiento fosfuro de aluminio, pimienta negra y altamisa (A) son los mejores tratamientos a comparación del aceite neem, eucalipto y control (B) (tabla 3).

Tabla 3. *Conteo de gorgojos vivos a los 90 días.*

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>Ranks</u>	
Extracto de pimienta negra	0,00	8,50	A
Extracto de altamisa	0,00	8,50	A
Fosfuro de aluminio	0,00	8,50	A
Extracto de aceite de neem	3,44	18,20	A B

Extracto de eucalipto	4,72	21,30	B
Control	76,92	28,00	B

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

Entre tanto que, el extracto de aceite de neem y extracto de eucalipto no mostraron una efectividad completa contra la plaga en estudio, ya que algunos gorgojos permanecieron vivos (Gráfico 1).

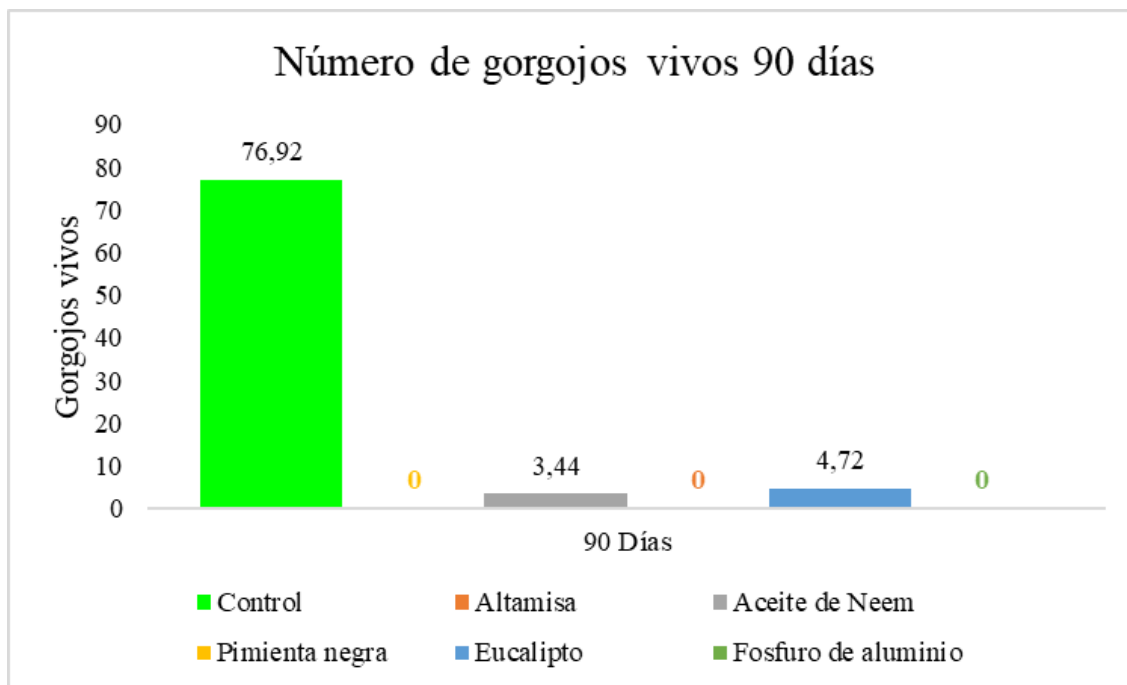


Gráfico 1. Número de gorgojos vivos a los 90 días.

En el número de gorgojos vivos durante el lapso de noventa días se observó una tendencia ascendente en el tratamiento control, el mismo que presenta la mayor cantidad de gorgojos vivos, por lo que durante los 20 días mantuvo el número de gorgojos vivos colocados al inicio del experimento (20 gorgojos), alrededor de los 40 días el número de gorgojos disminuyó a 12,76 gorgojos vivos, a los 50 días el número de gorgojos se incrementó a 32,04 gorgojos vivos, así consecutivamente hasta los 90 días, habiendo alcanzado un total de 76,83 gorgojos vivos en promedio. En comparación con el tratamiento fosfuro de aluminio el cual a los 20 días no presentó ningún gorgojo vivo.

El tratamiento Altamisa y Pimienta negra fueron similares al tratamiento fosfuro de aluminio, aunque la disminución de su población inicial fue paulatina desde los 10 días con valores de 6,32 gorgojos vivos en altamisa y 9,76 en pimienta negra respectivamente, a los 30 días el

UCUENCA

número de gorgojos fue 0,04 gorgojos vivos en altamisa y 0,16 en pimienta negra, entre tanto que a los 50 días no presentaron ningún gorgojo vivo.

Por otra parte, el tratamiento aceite de neem fue aceptable en el control de gorgojos hasta los 40 días; sin embargo, a los 50 días, la población de gorgojos empezó a incrementarse con un promedio de 1,8 gorgojos vivos, habiendo alcanzado a los 90 días un total de 3,44 gorgojos vivos. El tratamiento eucalipto obtuvo un promedio de 0,28 gorgojos vivos a los 30 días, pero hacia los 40 días el número de gorgojos fue incrementando nuevamente y al cabo de 90 días contenía 4,72 gorgojos vivos como se aprecia en el gráfico 2.

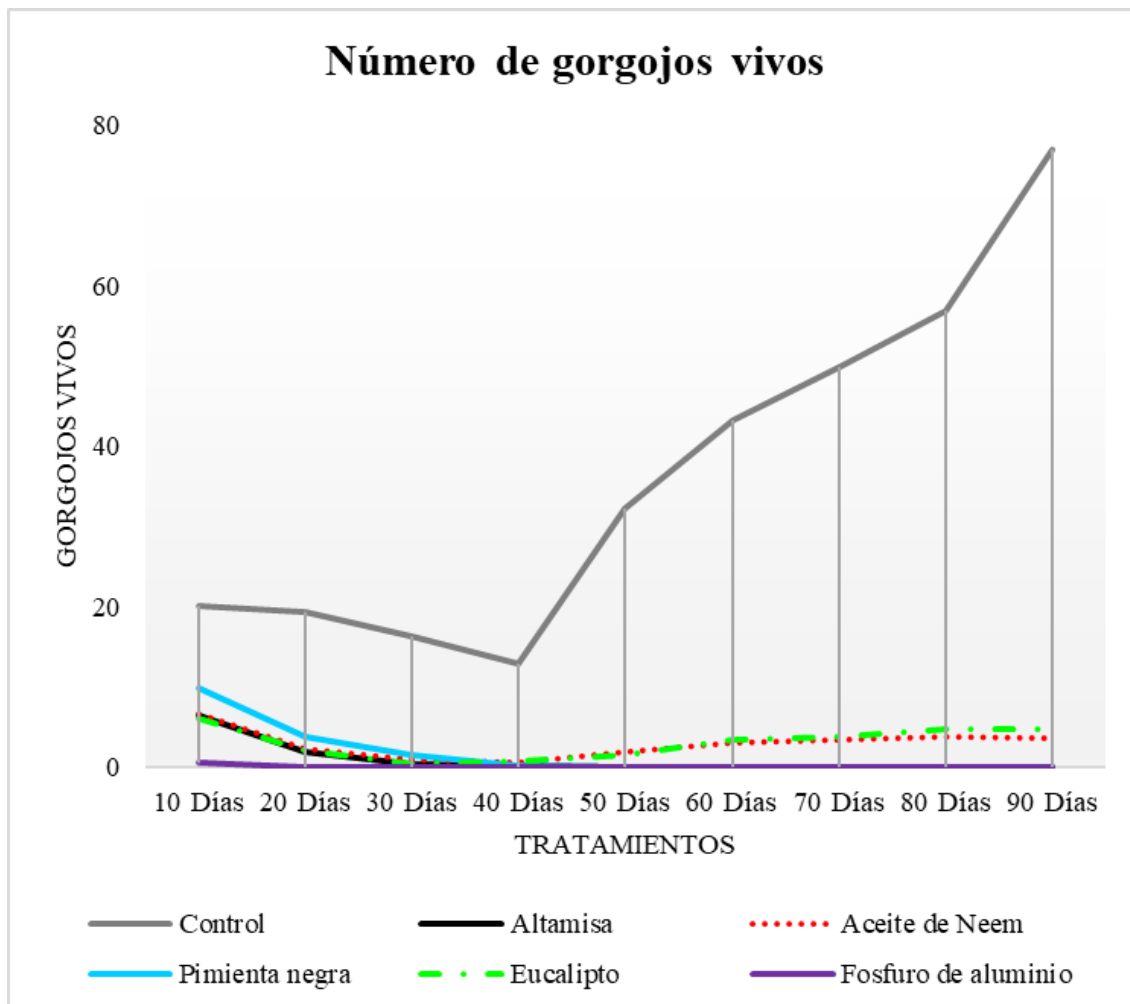


Gráfico 2. Número de gorgojos vivos en granos almacenados de fréjol.

López y otros (2016) en su investigación sobre el número de gorgojos vivos reportan que el tratamiento de pimienta negra y mezcla de cal con ceniza son los mejores en el control de *Acanthoscelides obtectus* Say, coincidiendo con nuestros resultados, ya que ellos al final del experimento obtuvieron 12 gorgojos vivos en el tratamiento con pimienta negra.

En cambio, en el experimento realizado por Zurita y otros (2017) en relación a la tasa de mortalidad, el tratamiento donde se aplicó el producto químico (malathión) alcanzó el valor de 14,67 gorgojos muertos y el tratamiento con *Ambrosia arborescens* el valor de 10,67 gorgojos adultos muertos. Por lo tanto, mencionan que la mayor tasa de mortalidad en gorgojos tratados con polvos vegetales fue mediante la aplicación de la planta de marco (*Ambrosia arborescens*) y ruda (*Ruta graveolens*) con 53,35 y 41,65% respectivamente.

Rodríguez en el 2000 menciona que la mayoría de especies vegetales que son empleadas en la protección vegetal, muestran un efecto insecto-estático más que insecticida, es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos al actuar como repelentes, disuasivos de la alimentación u ovipostura, disruptores y reguladores de crecimiento. Ya que, todas las plantas con efecto insectostático ejercen una acción preventiva más que curativa, por lo que, una vez que el insecto penetra en el grano, cualquier polvo vegetal con eficacia protectora carece de efecto.

5.4. Porcentaje de granos dañados

El análisis estadístico en relación al porcentaje de granos dañados, indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos, esta variable fue considerada al final del experimento, en el que se demostró que el tratamiento fosfuro de aluminio (Gastoxin) obtuvo el menor daño de granos almacenados para el control de gorgojos (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis estadístico de porcentaje de granos dañados.

Tratamientos	Medias	Rangos				
Fosfuro de aluminio	0,57	3,00	A			
Extracto de altamisa	1,43	8,20	A	B		
Extracto de pimienta negra	1,64	12,80	A	B	C	
Extracto de eucalipto	4,59	18,00		B	C	D
Extracto de aceite de neem	6,08	23,00			C	D
Control	84,66	28,00				D

En el gráfico 3, se observa el porcentaje de granos dañados, en el cual el tratamiento Control obtuvo el mayor daño de granos (84,66%) a diferencia del tratamiento fosfuro de aluminio, Altamisa y Pimienta negra con un daño de 0,57%, 1,43% y 1,64% respectivamente, es decir, estos tratamientos fueron los mejores para controlar los gorgojos durante el almacenamiento de granos.

Con relación al aceite de neem y eucalipto no presentaron un daño significativo en comparación con el tratamiento control; sin embargo, el aceite de neem presentó un daño de 6,08% y el eucalipto un daño de 4,59%, es decir, no obtuvieron un control eficiente en el almacenamiento de semilla de fréjol frente al control de la plaga de gorgojos en estudio.

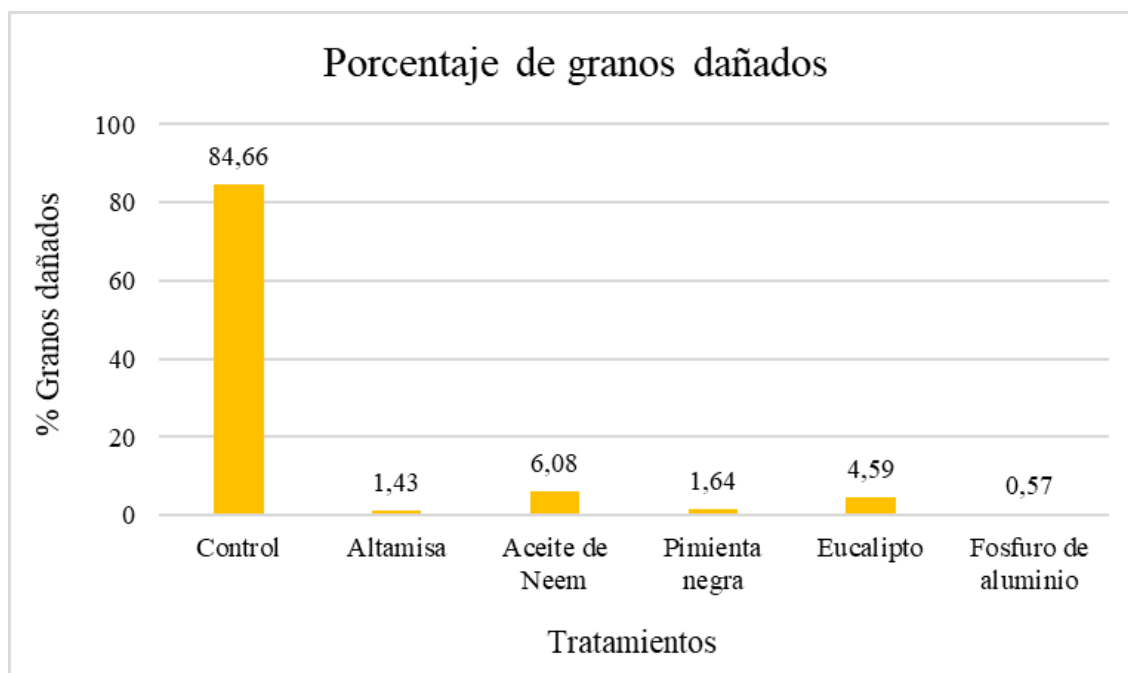


Gráfico 3. Porcentaje de granos dañados en el almacenamiento de granos de fréjol.

Estos resultados coinciden con la investigación de López & Tobar (2016), la cual empleó polvo de pimienta negra siendo este tratamiento el mejor tratamiento en el control de *Acanthoscelides obtectus* Say. De igual manera menciona que, a pesar de la efectividad que tiene la aplicación de productos químicos como el fosfuro de aluminio, el cual proporciona protección a las semillas contra insectos, al mismo tiempo es altamente tóxico para las personas, provocando efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana.

De manera similar, el experimento de Zurita & otros (2017) concordó con los resultados obtenidos en relación al extracto de altamisa, ya que el tratamiento con menor número de granos perforados fueron el polvo de *Ambrosia arborescens* y *Ruta graveolens*, presentando en promedio 6,33 y 6,67 granos perforados, respectivamente.

Los resultados alcanzados por López y otros en el 2016, con la pimienta negra, en donde los menores porcentajes de daño de granos de fréjol en almacenamiento se obtuvieron con la mezcla de pimienta negra (*P. nigrum*) y cal con ceniza (relación 1:1), habiéndose alcanzado

1,64 % de granos dañados. Este mismo autor manifiesta que la concentración de químicos repelentes o insecticidas puede ser más constante en los frutos y semillas de la pimienta negra (piperina).

López y otros en el 2010, indican que las plantas se encuentran en constante interacción con el ecosistema, es decir, que los metabolitos secundarios que producen están cambiando continuamente de concentración, por lo que hace que las plantas, extractos o sustancias, algunas veces no manifiestan actividad biológica mientras que en otras muestran actividad repelente o insecticida. Así mismo, esta variabilidad indica que existen factores intrínsecos y extrínsecos que afectan la concentración y actividad de las sustancias insecticidas.

5.5. Costos variables de la implementación del tratamiento

Para el análisis económico de los costos variables se empleó la metodología propuesta por Perrín & otros, (1983) y CIMMYT (1988). Para ello se considera dos aspectos; primero la mano de obra tomando como referencia el sueldo básico actual del país donde un jornal gana 1 dólar con 77 centavos la hora de trabajo y el día completo 14 dólares, para cada uno de los tratamientos se registra como costo el tiempo que ocupa la persona en la preparación y aplicación de cada tratamiento. Segundo, todos los materiales empleados en la implementación de cada tratamiento.

En la **tabla 5** se puede observar el costo de implementación de cada uno de los tratamientos considerando el costo de la semilla de frejol 12,5 kg de semilla por tratamiento.

Tabla 5. Costos variables de la implementación por tratamiento.

Tratamientos	Materiales	Mano de obra	Costo total
Extracto de eucalipto	24,25	5,31	29,56
Extracto de altamisa	23,25	5,31	28,56
Extracto de aceite de neem	24	2,65	26,65

Extracto de pimienta negra	22,25	2,65	24,9
Fosfuro de aluminio	20,60	2,65	23,25
Control	20	0,85	20,85

Costos variables del ensayo por tratamiento

En la **Tabla 6** se muestra únicamente el costo de control de gorgojo con cada uno de los tratamientos sin el costo de la semilla.

Tabla 6. Costos variables de control del gorgojo por cada tratamiento

Tratamientos	Materiales	Mano de obra	Costo total
Extracto de eucalipto	4,25	5,31	9,56
Extracto de altamisa	3,25	5,31	8,56
Extracto de aceite de neem	4	2,65	6,65
Extracto de pimienta negra	2,25	2,65	4,9
Fosfuro de aluminio	2,1	2,65	4,75

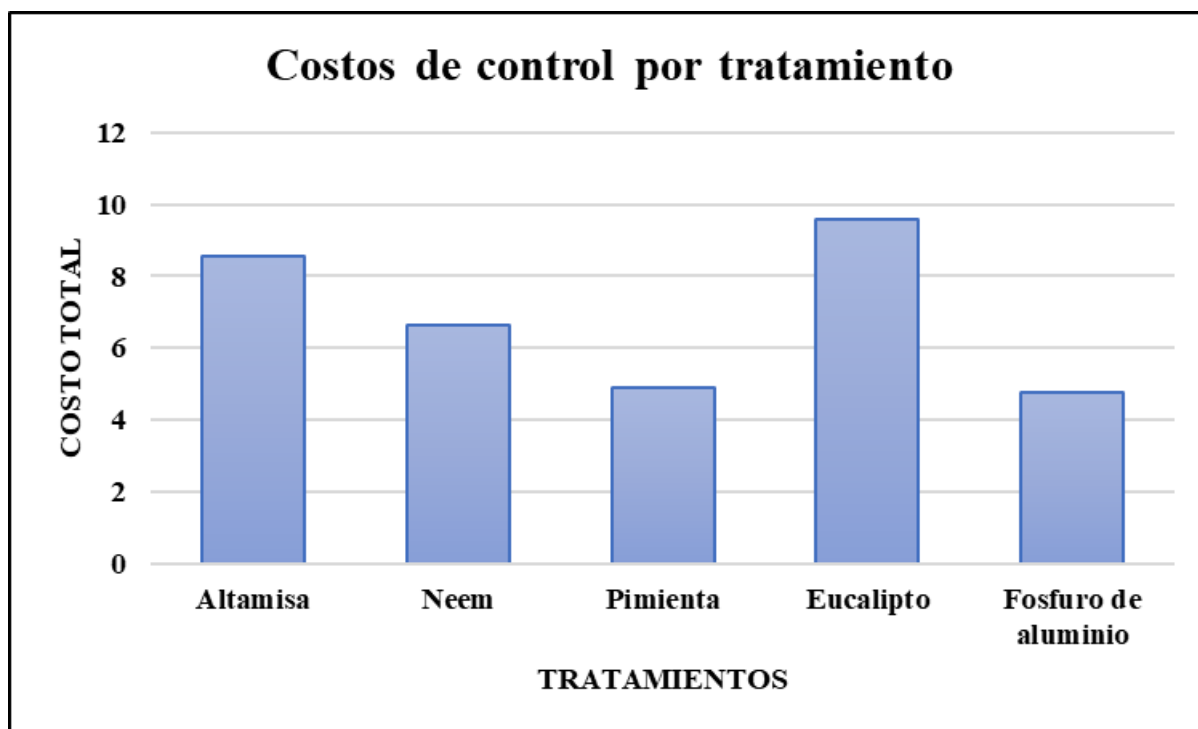


Gráfico 4. Costos de control por tratamiento sin considerar la semilla.

Se puede observar que el tratamiento que menos costo tiene al implementarse es el T6 gastando \$4,75 donde se emplea Fosforo de aluminio (Gastoxin), seguido del T4 con un costo de \$4,9 que emplea pimienta negra, siendo los más representativos.

Costos de control para 45 kg de semilla

De manera comparativa se demuestra en la tabla 7 el costo por tratamiento para control de gorgojo durante el experimento, y el costo de un saco de semilla de 45 kg, que generalmente almacena un productor.

Tabla 7. Costo de control de 45kg de semilla de fréjol.

Tratamientos	Costo total/ 12,5kg	Costo total/45kg
Extracto de eucalipto	9,56	34,41
Extracto de altamisa	8,56	30,81
Extracto de neem	6,65	23,94
Extracto de pimienta negra	4,9	17,64

Fosfuro de aluminio	4,75	17,1
---------------------	------	------

Si bien en la presente investigación se demuestra que tiene un menor costo el aplicar el tratamiento químico, no se puede pasar por alto las ventajas que representa el uso de productos naturales alternativos que tienen menor riesgo su uso por parte de los productores como consumidores, al respecto de lo cual Dávila (2017) manifiesta que, es importante pensar en la sustitución de los insumos agrícolas convencionales, por aquellos alternativas biológicas o naturales, en vista de los grandes riesgos que los químicos convencionales tienen para la salud en particular y el ambiente en general.

Además, es importante notar que la diferencia de costo y control entre fosfuro de aluminio y el uso de pimienta negra, teniendo presente que el fréjol protegido con pimienta negra puede volver a ser consumido, además no causa alteraciones en el medio ambiente y presenta un control de gorgojos eficaz. La tendencia por el consumo de productos orgánicos incrementa cada año, lo que provoca que varias empresas centren sus estudios en buscar plantas con propiedades repelentes, empresas como Dunham Trimmer informan que han encontrado alrededor de 400 ingredientes activos con los que se pueden formular más de 1500 productos de ellos 800 son bio-insecticidas, donde la familia *Piperaceae* es muy representativa (Celis, y otros, 2007)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Con los resultados obtenidos en la investigación, se puede concluir que:

- El almacenamiento de fréjol es una fase de gran importancia, no obstante, durante este proceso los agricultores sufren pérdidas debido al ataque de insectos, por lo que el empleo de alternativas como los extractos vegetales es una técnica amigable tanto para el medio ambiente como para la salud humana.
- El extracto de altamisa y pimienta negra son los tratamientos con mayor efectividad para controlar *Acanthoscelides obtectus* Say, es decir, estos tratamientos presentaron un menor daño en los granos almacenados, así como, menor número de gorgojos vivos durante el experimento, por lo tanto, pueden ser consideradas una alternativa para el control de *A. obtectus* durante la etapa de almacenamiento en fréjol.
- El extracto de aceite de neem y eucalipto no presentaron los mejores resultados para el control de *Acanthoscelides obtectus* Say, ya que, el aceite de neem fue eficiente hasta los 40 días y el eucalipto hasta los 30 días, después de los 50 y 40 días respectivamente, hubo la presencia de gorgojos, por lo que la eficiencia de estos extractos vegetales no es de manera permanente.
- En relación al costo variable de los tratamientos en estudio, la pimienta negra demostró estar a la par del costo del control químico.

6.2. Recomendaciones

- El empleo de la altamisa y pimienta negra fue eficaz para el control de gorgojo en fréjol; sin embargo, se puede recomendar la utilización de diferentes dosis, con el fin de conocer si este factor varía en relación a los demás resultados obtenidos en este experimento.
- Los extractos vegetales son una alternativa para el control de insectos, bien se podría replicar el experimento, pero con diferentes plantas a las ya empleadas en esta investigación para observar la acción de repelencia o insecticida de otras plantas y sus propiedades.
- Experimentar con otra metodología de aplicación del material vegetal para comprobar la eficacia de sustancias acuosas frente a sustancia vegetal en polvo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, G., & Piedra, A. (2011) Obtención de extractos vegetales por arrastre de vapor como agentes para control de plagas en cultivos hortícolas. *Universidad de Cuenca*
- Accame, M. E. (2009). Propiedades terapéuticas de la pimienta (*Piper nigrum*). *Scielo*.
- Araya, R., Martínez, C., López, A., & Murillo, A. (2013). Protocolo para el Manejo de Poscosecha de la Semilla de Frijol. Costa Rica: *FAO*.
- Ávalos-Cerdas, J. M., & Villalobos, A. (2017). Análisis económico: un estudio de caso en *Jatropha curcas* L. mediante la metodología de presupuestos parciales. *Redalyc*.
- Baltazar Castañeda, H. B. (08 de Noviembre de 2021). Primer registro de *Acanthoscelides obtectus*(Coleoptera: Chrysomelidae:Bruchinae) en *Senna multiglandulosa* (Fabaceae) de la región andina central del Perú. (G. A. Martínez, Ed.) *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*.
- Benigno, Bernal-Ruiz, Camacho-Báez, Ramón, C., Eusebio, Gastélum-Hurtado,. . . Valdez-Torres. (2010). UTILIZACIÓN DE EXTRACTOS DE PLANTAS PARA EL CONTROL DE GORGOJO PARDO. *Ra Ximhai*.
- Berenguer, C., Castillo, A., Martínez, H., Puente, E., Betancourt, J., & Mora Y. (2013). Toxicidad aguda oral de *Azadirachta indica* (árbol del Nim) *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 18(3), 502-507
- Brenes, S., & Campos, R. (2016). Evaluación de *Piper nigrum* (pimienta negra) y su potencial aplicación en odontopediatría. *Universidad de Costa Rica*.
- Cabrera, C., & Reyes, C. (2008). Guía técnica para el manejo de variedades de frijol. *CENTA*.
- Castellano, L., Cruz, M., & Jiménez, R. (2017). Acción insecticida más tardía con bioproductos de tres plantas para el control del gorgojo pardo *Acanthoscelides obtectus*. *Scielo*.

- Cazar, M. E., Villena, P., Parra, J., Espinoza, V., Larriva, G., & Caldas, A. (2014). Eficacia de extracto etanólico de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en el control de *Alternaria* sp. en cultivos de col y patata. *MASKANA*.
- Celis, A., Mendoza, C., Pachón, M., Cordova, J., Delgado, W., & Cuca, L. (2007). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Agronomía Colombiana*.
- Chávez, L. (2012). Estudio Preliminar sobre Evolución en Colonias Aisladas de Gorgojos de fréjol *Acanthoscelides obtectus* (Coleóptera:Bruchidae). *Universidad San Francisco de Quito*
- CIMMYT. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronomicos Un manual metodológico de evaluación. *CIMMYT*.
- Criollo, A. (2015). Determinación cuantitativa de polifenoles y metabolitos con propiedades antioxidantes en el extracto de altamisa (*Ambrosia artemisiifolia*)
- Davila, J. L. (2017). La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola. *Universidad Andina Simón Bolívar*.
- Delgado, S., Alliaume, F., García, P., & Hernandez, J. (2006). Efecto de las plantaciones de *Eucalyptus* sp. sobre el recurso suelo en Uruguay. *Agrociencia*.
- Esparza, G., López, J., Villanueva, J., Osorio, F., Otero, G., & Camacho, E. (2010). Concentración de azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro extractos de *Azadirachta indica* A. JUSS. *Agrociencia* 44(7), 821-833
- FAO. (1981). El Eucalipto en la repoblación forestal. Roma: *FAO*.
- Fauna Europea (2021, 30 junio). *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831. *Fauna Europea*. <https://www.gbif.org/es/species/123304324/verbatim>
- Garcia, E. (2009). Guía técnica para el cultivo de fréjol. *IICA*.
- Granados, C., Santafé, G., & Acevedo, D. (2015). Composición química y evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foliar de *Eucalyptus*

camaldulensis de Norte de Santander (Colombia). U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica.

Guajardo, M. (2019). Evaluación de *Piper nigrum* (pimienta negra) y su potencial aplicación en odontopediatría. *Universidad Autónoma de Nuevo León*.

Hidalgo, M. (2002). Obtención del aceite de semilla de nim por extracción de gasolina natural.

IICA. (2007). *Guía práctica para la exportación de Pimienta negra (Piper nigrum) a EE.UU.* Nicaragua: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Jiménez, J. (2015). Evaluación de la intensidad y duración del control de malezas en una plantación comercial de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), de 0 a 1 año en la hacienda santa maría de aglomerados Cotopaxi S.A, de la parroquia mulaló, cantón Latacunga, provincia d. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

López, C., & Tobar, W. (2016). Controles alternativos para el gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say) en granos almacenados a partir de productos naturales y minerales para conservación de los alimentos en el municipio de Malacatancito, Huehuetenango. *Universidad de San Carlos de Guatemala*.

López, C., Tobar, W., & Ventura, A. (2016). Controles alternativos para el gorgojo del fréjol *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Ciencia, Tecnología y Salud*, 3(2), 2410-6356

López, E., Rodríguez, C., & Garza, R. (2010). Factores que optimizan la efectividad del polvo de raíz de *Senecio salignus* contra el gorgojo mexicano del frijol. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(3), 225-230.

Majada, J., Lopez, G., Oliveira, L., & Araujo, C. (2012). *Eucalyptus globulus* Labill. ResearchGate.

- Malla, J. (2018). Evaluación del rendimiento de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP 484 Centenario, en siembra directa bajo fertilización química, orgánica más *Rhizobium sp.* Universidad Central del Ecuador.
- Maureen, L., French, L., Pino, O., Montana, D., Morejón, G., & Marquetti, C. (2017). Plantas con actividad insecticida: una alternativa natural contra mosquitos. Estado actual de la temática en la región de las Américas. *Biomed.*
- Mendoza, M., Rodríguez, G., Guevara, L., Andrio, E., Rangel, J., Rivera, G., & Cervantes, F. (2016). Bioinsecticidas para el control de plagas de almacén y su relación con la calidad fisiológica de la semilla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(7), 1599-1611.
- Moreno, L., Yupit, E., Tuxil, J., Mendoza, M., Arias, L., Castañón, G., & Chávez, J. (2005). Sistema tradicional de almacenamiento de semillas de frijol y calabaza en Yaxcabá, Yucatán. *FITOTEC.*
- Nava, E., Gastélum, P., Camacho, J., Valdez, B., Bernal, C., & Herrera R. (2010). Utilización de extractos de plantas para el control de gorgojo pardo *Acanthoscelides Obtectus* (Say) en frijol almacenado. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable* 6(1): 37-43
- Quispe, G. (2018). Efecto insecticida del aceite esencial de eucalipto (*Eucaliptus globulus*) y altamisa (*Franseria artemisioides*) contra el KCONA KCONA (*Eurysacca melanocampta*) del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). UNA PUNO.
- Ramírez, S., & Suris, M. (2015). Ciclo de vida de *Acanthoscelides obtectus* (Say.) sobre frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de laboratorio. *Revista de protección vegetal SciELO*. 30(29): 158-160
- Rodríguez, C. 2000. Plantas contra plagas: potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México (RAPAM). *Texcoco, México*. 133 p.
- Roque, L. (2014). Poscosecha del grano de frijol; prácticas alternativas para su manejo. Habana: AGROCADENAS.

- Ruano, R. (2012). Comparación económica de control biológico vs. control químico del ácaro *Tetranychus urticae* en el cultivo de chile en Comayagua, Honduras. *Zamorano*.
- Silva, P. (2017). Control biológico del gorgojo de la judía *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleóptera: Chrysomelidae: Bruchinae) en la región de Castilla y León - España. *Departamento de Ingeniería y Ciencias Agrarias*
- Tejeda, P. (2011). Efecto de polvos de hojas de canelo (*Drimys winteri* J. R. et G. Forster) sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) bajo condiciones de laboratorio. *Universidad Austral de Chile*
- Valarezo, O., Cañarte, E., & Navarrete, B. (2008). El nim: Insecticida botánico para el manejo de plagas agrícolas. *INIAP*
- Villamil Montero, D. A., Naranjo, N., & van Strahlen, M. A. (2012). Efecto insecticida del extracto de semillas de Neem (*Azadirachta indica*) sobre *Collaria scenica*, Stal (Hemiptera: Miridae). *EntomoBrasilis*, 5(2), 125–129. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v5i2.224>
- Zurita, H., Valle, L., Vásquez, C., Curay, S., Buenaño, M., & Guevara, D. (2017). Eficiencia del uso de plantas insecticidas en el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, (Coleoptera: Curculionidae). *Universidad Técnica de Ambato*, 19(2), 120-126.

UCUENCA

8. ANEXOS

Anexo 1. Dosificación de Fosfuro de aluminio

- Peso tableta: 3g
- Dosis referencial: 2 tabletas(6g)/m³
- Los 500g de fréjol cubren un volumen de 0.000857632 m³

Cálculo:

- g de Fosfuro de aluminio= $(6g \cdot 0.000857632) / 1 = 0.005145$

0.005145 g de Fosfuro de aluminio

Anexo 2. Extracción de extractos vegetales.



Anexo 3. Aplicación de extractos vegetales en la semilla de fréjol.



Anexo 4. Identificación del gorgojo *Acanthoscelides obtectus* Say.



Anexo 5. Implementación del experimento en el sitio de estudio (Paccha).



Anexo 6. Daño en las semillas de fréjol en el tratamiento control.



Anexo 7. Gorgojos vivos en las semillas de fréjol en el tratamiento control.



Anexo 8. Semillas sanas de fréjol en el tratamiento de extracto de altamisa (2).



Anexo 9. Semillas dañadas de fréjol y gorgojos muertos en el tratamiento de extracto de aceite de nemm (3).



Anexo 10. Semillas sanas de fréjol, semillas dañadas y gorgojos muertos en el tratamiento de extracto de pimienta negra (4).



Anexo 11. Semillas dañadas de fréjol en el tratamiento de extracto de eucalipto (5).



Anexo 12. Semillas sanas de fréjol en el tratamiento de fosforo de aluminio (6).



Anexo 13. Análisis estadístico (prueba no paramétrica) de la variable número de gorgojos vivos a los 10 días.

10 Días:

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
10-may	T1	5	20,00	0,00	20,00	23,55	0,0002
10-may	T2	5	6,32	1,63	6,00		
10-may	T3	5	6,64	3,32	5,20		
10-may	T4	5	9,76	0,74	9,80		
10-may	T5	5	6,04	2,06	6,40		
10-may	T6	5	0,48	0,18	0,60		

Anexo 14. Análisis estadístico (prueba no paramétrica) de la variable número de gorgojos vivos a los 20 días.

20 Días:

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
20-may	T1	5	19,28	0,11	19,20	21,31	0,0007
20-may	T2	5	1,72	0,87	1,80		
20-may	T3	5	2,16	2,13	1,60		
20-may	T4	5	3,72	2,25	3,80		
20-may	T5	5	2,08	1,64	1,80		
20-may	T6	5	0,00	0,00	0,00		

Anexo 15. Análisis estadístico (prueba no paramétrica) de la variable número de gorgojos vivos a los 30 días.

30 Días:

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
----------	--------------	---	--------	------	----------	---	---

UCUENCA

30-may	T1	5	16,16	0,64	16,00	18,62
						0,0015
30-may	T2	5	0,28	0,33	0,20	
30-may	T3	5	0,88	1,64	0,20	
30-may	T4	5	1,44	1,33	0,80	
30-may	T5	5	0,28	0,27	0,40	
30-may	T6	5	0,00	0,00	0,00	

Anexo 16. Análisis estadístico (prueba no paramétrica) de la variable número de gorgojos vivos a los 40 días.

40 Días:

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
9-jun	T1	5	12,76	0,74	12,60	16,91	
							0,0013
9-jun	T2	5	0,04	0,09	0,00		
9-jun	T3	5	0,44	0,59	0,20		
9-jun	T4	5	0,16	0,36	0,00		
9-jun	T5	5	0,76	0,79	0,40		
9-jun	T6	5	0,00	0,00	0,00		

Anexo 17. Análisis estadístico (prueba no paramétrica) de la variable número de gorgojos vivos a los 50 días.

50 Días:

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
19-jun	T1	5	32,04	0,80	32,00	22,04	
							0,0001
19-jun	T2	5	0,00	0,00	0,00		
19-jun	T3	5	1,80	0,98	1,60		
19-jun	T4	5	0,00	0,00	0,00		
19-jun	T5	5	1,48	1,12	2,00		
19-jun	T6	5	0,00	0,00	0,00		

Anexo 18. Análisis estadístico (prueba no paramétrica) de la variable número de gorgojos vivos a los 60 días.

60 Días:

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
29-jun	T1	5	43,08	0,87	43,20	24,19	
							<0,0001
29-jun	T2	5	0,00	0,00	0,00		
29-jun	T3	5	3,00	0,80	3,20		
29-jun	T4	5	0,00	0,00	0,00		
29-jun	T5	5	3,28	2,31	3,00		
29-jun	T6	5	0,00	0,00	0,00		

Anexo 19. Análisis estadístico (prueba no paramétrica) de la variable número de gorgojos vivos a los 70 días.

70 Días:

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
9-jul	T1	5	49,68	1,52	49,40	24,23	
							<0,0001
9-jul	T2	5	0,00	0,00	0,00		

UCUENCA

9-jul	T3	5	3,32	1,01	3,80
9-jul	T4	5	0,00	0,00	0,00
9-jul	T5	5	3,76	2,75	4,60
9-jul	T6	5	0,00	0,00	0,00

Anexo 20. Análisis estadístico (prueba no paramétrica) de la variable número de gorgojos vivos a los 80 días.

80 Días:

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
19-jul	T1	5	56,76	1,19	56,80	21,90	0,0001
19-jul	T2	5	0,00	0,00	0,00		
19-jul	T3	5	3,68	1,36	4,20		
19-jul	T4	5	0,00	0,00	0,00		
19-jul	T5	5	4,72	3,28	6,40		
19-jul	T6	5	0,00	0,00	0,00		

Anexo 21. Análisis estadístico (prueba no paramétrica) de la variable número de gorgojos vivos a los 90 días.

90 Días:

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
29-jul	T1	5	76,92	2,76	77,00	22,21	0,0001
29-jul	T2	5	0,00	0,00	0,00		
29-jul	T3	5	3,44	2,52	4,20		
29-jul	T4	5	0,00	0,00	0,00		
29-jul	T5	5	4,72	3,32	4,80		
29-jul	T6	5	0,00	0,00	0,00		

Anexo 22. Análisis estadístico (prueba no paramétrica) de la variable porcentaje de daño de granos.

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
GRANOS DAÑADOS	T1	5	84,66	4,34	83,96	28,10	<0,0001
GRANOS DAÑADOS	T2	5	1,43	0,08	1,40		
GRANOS DAÑADOS	T3	5	6,08	0,09	6,06		
GRANOS DAÑADOS	T4	5	1,64	0,10	1,65		
GRANOS DAÑADOS	T5	5	4,59	0,25	4,62		
GRANOS DAÑADOS	T6	5	0,57	0,10	0,54		