



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION
PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN
EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**

INFORME FINAL

“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”

Equipo de investigación:

Coordinador: Ing. Agr. Carlos Ernesto López Monzón

Investigador: Ing. Agr. Willmar Tobar Tomás

Auxiliar II: Alan Gilberto Ventura Gómez

Julio de 2016

CENTRO UNIVERSITARIO DE NOR-OCCIDENTE

M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Ing. Agr. Augusto Saúl Guerra Gutiérrez
Coordinador del Programa de Investigación en
Recursos Naturales y Ambiente –PUIRNA-

Ing. Agr. Carlos Ernesto López Monzón
Coordinador del proyecto

Ing. Agr. Willmar Valentin Tobar Tomás
Investigador

T.U.P.A. Alan Gilberto Ventura Gómez
Auxiliar de Investigación II

Partida Presupuestaria
4.8.25.2.45
Año de ejecución: 2015

CONTENIDO GENERAL

	Página
I. Resumen.....	1
II. Abstract.....	2
III. Introducción.....	3
IV. Marco teórico y estado del arte.....	4
V. Materiales y métodos.....	7
5.1. Descripción de ubicación geográfica del estudio.....	
5.2. Tipo de investigación.....	
5.2.1. Tratamientos utilizados.....	8
5.2.2. Unidad experimental.....	
5.2.3. Variables estudiadas.....	9
5.3. Técnicas e instrumentos.....	
5.4. Muestreo.....	12
5.5. Operacionalización de las variables.....	14
VI. Resultados.....	15
6.1. Matriz de resultados.....	24
6.2. Impacto esperado.....	25
VII. Análisis y discusión de resultados.....	
VIII. Conclusiones.....	29
IX. Referencias.....	30
X. Apéndice.....	32
XI. Actividades de gestión y vinculación.....	43
XII. Orden de pago.....	44

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

INDICE DE FIGURAS

No.	Nombre de la figura	Página
1.	Embasado de polvos naturales y minerales.....	9
2.	Sexado del gorgojo del frijol (<i>Acanthoscelides obtectus</i> Say).....	11
3.	Establecimiento del ensayo.....	12
4.	Efecto de los tratamientos sobre el número de gorgojos vivos en granos de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	19

INDICE DE TABLAS

No.	Nombre de la tabla	Página
1.	Anova del % de daño de gorgojos del frijol por tratamiento.....	15
2.	Comparación de grupos o tratamientos diferentes del % de daño de gorgojos del frijol.....	16
3.	Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos del % de daño de gorgojos del frijol	18
4.	Resumen de contraste de hipótesis para la variable número de gorgojos vivos.....	19
5.	Significancia asintótica “p” a un nivel de 0.05.....	20
6.	Comparaciones pareadas de rangos de la variable número de gorgojos vivos.....	21
7.	Correlación de rangos de Spearman para las variables % de daño versus número de gorgojos vivos.....	22
8.	Anova del % de germinación de granos de frijol.....	23

“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”

I. Resumen

El presente estudio planteó como objetivos, evaluar la efectividad de raíces deshidratadas de chilca (*Senecio salignus*), frutos deshidratados de pimienta negra (*Piper nigrum* L), pedazos de madera (*Pinus oocarpa*), polvo de maíz (*Zea mays*) producido al desgranar, cascabillo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), cal mezclada con ceniza, y arena de río fina para contrarrestar los daños del gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say), evaluando ocho tratamientos y cuatro repeticiones en arreglo completamente al azar. Los productos naturales y minerales fueron colectados en el municipio de Malacatancito, Huehuetenango y el ensayo se montó en el laboratorio del CUNOROC, empleándose frascos de vidrio con capacidad de 1 litro aplicándoles a cada uno 1 gr de polvo de los productos evaluados, 100 gr de semilla de frijol y 10 parejas de gorgojos adultos. El análisis se realizó a los 60 días después de la infestación. Los productos a base de polvos de pimienta negra y mezcla de cal-ceniza, reportaron los menores porcentajes de daños (1.64%, 3.55%); así mismo, ejercieron un control efectivo en la reproducción de la plaga con una cantidad de 12 y 3 gorgojos vivos respectivamente. Las variables porcentaje de daño y número de gorgojos vivos, marcaron una fuerte correlación con valor de 0.892. Se estableció, que los productos utilizados no influyen en la viabilidad de la semilla, registrándose porcentajes de germinación por arriba del 97 %. Se recomienda implementar estos productos en el almacenamiento del frijol, para contrarrestar los daños ocasionados por la plaga y obtener beneficios económicos y ambientales.

Palabras clave: Gorgojo, *Acanthoscelides obtectus*, frijol, *Phaseolus vulgaris*, productos naturales y minerales, porcentaje de daño, viabilidad.

"Alternative Controls for bean weevil (*Acanthoscelides obtectus* Say) in stored grain from natural products and minerals for food preservation in the municipality of Malacatancito, Huehuetenango "

II. Abstract

This study raised objectives, evaluate the effectiveness of dried roots of ragwort (*Senecio salignus*), dried fruits black pepper (*Piper nigrum* L), pieces of wood (*Pinus oocarpa*), powder corn (*Zea mays*) produced the shelling, cascabillo bean (*Phaseolus vulgaris*), lime mixed with ash, and fine river sand to counteract the bean weevil damage (*Acanthoscelides obtectus* Say), evaluating eight treatments and four replications in completely random arrangement. Natural and mineral products were collected in the municipality of Malacatancito, Huehuetenango and the assay was assembled in the laboratory of CUNOROC, using glass jars with capacity of 1 liter by applying to each 1 g of powder of the products tested, 100 g bean seed and 10 pairs of adult weevils. The analysis was performed at 60 days after infestation. Based products powder mixture of black pepper and lime-ash, reported the lowest percentages of damage (1.64%, 3.55%); Likewise, they exercised effective control in the reproduction of the pest with an amount of 12 and 3 respectively live weevils. The variables percentage of damage and number of live weevils, marked a strong correlation with the value of 0.892. It was established, that the products used do not affect the viability of the seed, germination rates were recorded above 97%. It is recommended to implement these products in the storage of beans, to counteract the damage caused by the pest and obtain economic and environmental benefits.

Keywords: Weevil, *Acanthoscelides obtectus*, beans, *Phaseolus vulgaris*, natural products and minerals, percentage of damage , feasibility.

III. Introducción

Los granos básicos almacenados, son afectados por las plagas, siendo este el principal problema en pos-cosecha principalmente cuando son almacenados por largos periodos, repercutiendo esto en la alimentación de las familias especialmente en el área rural, quienes dependen en buena medida del autoabastecimiento (Pérez, 2013). Dentro de estas plagas se encuentra el gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say), siendo este uno de los más comunes en el municipio de Malacatancito, Huehuetenango, en donde no se pueden almacenar más de dos meses los granos porque son dañados por dicha plaga.

En Guatemala específicamente en el área rural, el almacenamiento de los granos es una práctica muy habitual, especialmente para el maíz y el frijol, los cuales forman parte importante en la dieta alimenticia de los guatemaltecos, así mismo una fuente de ingresos económicos para los agricultores. Pero a la vez se ven afectados por plagas. Tal es el caso de los granos del frijol que sufren pérdidas en almacenaje, por el gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say), siendo este el principal problema en post-cosecha. Dicho insecto es originario de las regiones de Centro y Sur América, de donde se ha distribuido a varias zonas cálidas del mundo (Southgate 1979), siendo un tanto difícil estimar los daños que ocasiona y aunque varían según la región, pero se estima aproximadamente entre el 30-50% (Pérez, C.L. 2013).

Los productores el control lo hacen a través de la aplicación de insecticidas químicos como es el caso del Sulfuro de Aluminio (Phostoxin), que si bien es cierto proporciona protección a las semillas, contra insectos, pero al mismo tiempo es altamente toxico para las personas que lo aplican, además provoca efectos nocivos para el medio ambiente, según De Liña (2014). Otros lo hacen mezclando cal y ceniza, pero a la vez esta mezcla carece de validación científica. Ante esta situación, se consideró necesario buscar nuevas opciones de control de dicha plaga, mediante la utilización de polvos provenientes de raíces deshidratadas de chilca (*Senecio salignus*), frutos deshidratados de pimienta negra (*Piper nigrum* L), pedazos de madera (*Pinus oocarpa*), cortados en pedazos de un centímetro y medio, polvo de maíz (*Zea mays*) producido al desgranar, cascabillo o polvo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), cal mezclada con ceniza, y arena de río fina.

Planteándonos las siguientes interrogantes: ¿Qué extracto de planta puede llegar a controlar el gorgojo del frijol? ¿Qué productos minerales entre mezcla de cal- ceniza, y arena pueden controlar el gorgojo del frijol? ¿Cuáles son los mejores tratamientos para evitar daños y pérdidas en granos almacenados de frijol por ataque de gorgojos? ¿Provocará un efecto negativo en la viabilidad de la semilla los productos a evaluar?

Las anteriores interrogantes dieron lugar a la formulación de los siguientes objetivos: a) Efectividad de productos naturales y minerales sobre el control del gorgojo en porcentaje de daño en granos de frijol almacenado, b) Establecer el número de gorgojos vivos en granos almacenados de frijol criollo, c) Establecer el grado de asociación entre las variables porcentaje de daño y número de gorgojos vivos, b) Determinar el efecto producido por los diferentes tratamientos en la viabilidad de los granos de frijol utilizados.

Finalmente la hipótesis alternativa planteada, obedeció a que: Al menos uno de los tratamientos naturales y minerales presentará resultados favorables como control del gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say) en la conservación de granos almacenados.

IV. Marco teórico y estado del arte

De acuerdo a Cuevas (s.f.) la falta de recursos económicos para almacenar, manejar y conservar adecuadamente los granos básicos ocasiona pérdidas por plagas insectiles. Ante esta situación los campesinos han recurrido desde épocas inmemoriales al empleo de productos naturales para controlarlas; sin embargo a través del tiempo la información se ha ido perdiendo y deformando, llegando en la actualidad a carecer de sustento científico. La importancia de estas prácticas de según (Morales, Ramírez, Leire, Rodas & López, 2010), radica en que han surgido luego de cientos de años de experiencia y de búsqueda de soluciones a problemas de plagas por miles de grupos étnicos alrededor del mundo. La agricultura tradicional ofrece modelos prometedores, ya que se conserva la agrobiodiversidad. No solo trae beneficios a la ciencia y al ambiente, sino es una forma en que los agricultores sean menos dependientes de productos químicos.

Estudios realizados por (Morales et al., 2010), refleja que agricultores del altiplano guatemalteco tienen un amplio conocimiento sobre las prácticas preventivas de manejo de plagas de maíz. Probablemente estas prácticas sean efectivas y ambientalmente amigables. Por la poca importancia que se le da por parte de instituciones y están en peligro de ser sustituidas por métodos no sustentables.

Entre las principales plagas en almacén, los coleópteros designados como gorgojos causan pérdidas económicas alrededor de un 20% en frijol almacenado. Sin embargo, cuando la cosecha de frijol es tardía y se trae del campo con infestación alta, las pérdidas en el almacén pueden ser hasta del 100 % si no se toman medidas de control oportunas. Las pérdidas por estos insectos en frijol almacenado son irreparables, porque provocan daños directos a la semilla.

Schoonhoven *et al.*, (1988) estimó que en América Latina los daños se ubican en 15% y Leonard (1981) calcula que *Acanthoscelides obtectus* y *Zabrotes subfasciatus* provocan un 35% de pérdidas en México y América Central. En México los gorgojos causan de 30 a 40% de pérdidas de frijol negro almacenado (García-Oviedo 2007). Weaver *et al.*, (1992) señalan que *A. obtectus* predomina en zonas productoras de frijol de clima templado y frío, por arriba de 1,500 m (Lépiz, 1982), o cuando se alcanza el 80 % de humedad relativa (Moreno, 1992).

Dentro de esta categoría dos especies son importantes: *Zabrotes sobfasciatus* (Boheman) y *Acanthoscelides obtectus* (Say). Ambas especies se encuentran ampliamente distribuidas en Guatemala. *Zabrotes sobfasciatus* es el principal en zonas bajas, las hembras son pequeñas de color café oscuro, los machos son más pequeños que las hembras y de color gris oscuro.

El gorgojo común (*Acanthoscelides obtectus* Say) es la principal especie en zonas altas; los adultos son de color gris o café, lo cual se valida en el Sexado realizado en la presente investigación en la observación para distinguir hembra y macho. A diferencia del *Zabrotes sobfasciatus*, este no adhiere los huevos a la semilla ya que ovipositan sobre las vainas que van entrando en madurez.

En la comunidad de Cieneguillas del municipio de Malacatancito del departamento de Huehuetenango, se han tenido pérdidas de hasta el 50% de la producción total al no aplicar ningún tratamiento y vender o consumir los granos diariamente para impedir el daño que provoca el gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say), y lo devaste en un 100%, lo cual se ve reflejado en la disminución de ingresos a los agricultores de la zona, según lo reportado por Pérez (2013).

En los últimos dos años ALTERTEC y otras instituciones como; CARE, CUERPO DE PAZ han realizado trabajos de investigación sobre el uso de extractos vegetales para el control de plagas, con el afán de proporcionar al productor de escasos recursos, tecnologías apropiadas que le ayuden a mejorar el rendimiento de sus cultivos y así mismo evitar el deterioro del medio ambiente.

Para el control del gorgojo del frijol se han recomendado extracto de raíz de chilca (*Senecio salignus*) y pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de acuerdo a Pérez (2013); y el uso de cal o ceniza recomendado por Cordero (2013).

Otro estudio realizado por (Morales et al., 2010) en los Altos de Chiapas, demostraron que los agricultores utilizan diferentes plantas para el control de plagas en maíz almacenado tales como; mumu, hierba santa (*Piper auritum*), pino de ocote (*Pinus oocarpa*), polvo de maíz (*Zea mays*), cascabillo o polvo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y chile (*Solanum ssp*). Así mismo, González (2004) hace mención del valor útil de la arena fina en la preservación del ataque de insectos en granos de maíz, demostrando tener buenos resultados para el control de dicha plaga.

Los hallazgos encontrados en esta investigación, son de gran aporte para los agricultores, ya que los polvos provenientes de frutos de pimienta negra (*Piper nigrum*) y de la mezcla de cal con ceniza ejercieron un control efectivo en el gorgojo del frijol; validando de esta manera las recomendaciones efectuadas por Pérez (2013) en donde incluye la pimienta negra; como también en el caso de Cordero (2013) quien hace mención a la utilización de la cal y ceniza respectivamente.

V. Materiales y métodos

5.1. Descripción de la ubicación geográfica de la investigación

La investigación se efectuó, con una temporalidad de once meses, en el municipio de Malacatancito. Se encuentra ubicado en la parte sur de la cabecera departamental de Huehuetenango y pertenece a la Región VII o Región Noroccidental del país. Colinda al norte con el municipio de Santa Bárbara y con la cabecera departamental de Huehuetenango, al sur con los municipios de Santa Lucía La Reforma y San Bartolo, ambos del departamento de Totonicapán, al oeste con los municipios de San Carlos Sija del departamento de Quetzaltenango, Sipacapa departamento de San Marcos y Santa Bárbara del departamento de Huehuetenango. Cuenta con una extensión territorial de 258.56 km², que representa un 3.49% del departamento de Huehuetenango, con una altitud de 1709 metros sobre el nivel del mar. Las coordenadas de la cabecera municipal son las siguientes: latitud norte 15° 14' 40'' y longitud oeste 91° 29' 56''. Se encuentra a una distancia de 8 kilómetros de la cabecera departamental de Huehuetenango. Las especies vegetales que predominan en el municipio corresponden a cultivos de granos básicos, especialmente maíz y frijol (SEGEPLAN 2010). Lo que indica que por ser una zona de producción de frijol es más fácil la colecta del gorgojo.

5.2. Tipo de investigación

La investigación fue del tipo experimental, descriptiva y de correlación. Se utilizó un diseño completamente al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones. El número de repeticiones se consideró a conveniencia y logística de disponibilidad del recurso (materia prima a emplear en los tratamientos). Para lo cual se tomó en cuenta que las condiciones fueran homogéneas en cada unidad experimental.

5.2.1. Tratamientos utilizados

Los tratamientos utilizados en el estudio fueron los siguientes:

	Tratamientos	Cantidad (polvo)
T1	Raíz de chilca (<i>Senecio salignus</i>)	1 gramo
T2	Pimienta negra (<i>Piper nigrum</i> L.)	1 gramo
T3	Pedazos de madera de pino de ocote (<i>Pinus oocarpa</i>)	1 gramo
T4	Polvo de maíz (<i>Zea mays</i>)	1 gramo
T5	Cascabillo o polvo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1 gramo
T6	Mezcla de cal y ceniza (relación 1:1)	1 gramo
T7	Arena fina de río	1 gramo
T8	Testigo, sin aplicación de ningún producto	

5.2.2. Unidad experimental

El estudio comprendió un total de 32 unidades experimentales, cada tratamiento se hizo en duplicado, conformado por frascos de vidrio, de los cuales se tomaron los promedios de las variables en estudio. Se emplearon 6.4 kg de semilla de frijol criollo.

La unidad experimental la conformó un frasco de vidrio con capacidad de 1 litro, el cual contenía 10 parejas de insectos de gorgojos adultos, 100 gr de semilla de frijol criollo y 1 gr de polvo de cada tratamiento en estudio. Los frascos utilizados en el experimento fueron de boca ancha y tapa de muselina sujetándola con un hule para evitar que se escaparan los insectos.

5.2.3. Variables estudiadas

- Porcentaje de daño del gorgojo del frijol
- Número de gorgojos vivos
- Correlación del porcentaje de daño vrs número de gorgojos vivos
- Porcentaje de germinación

5.3. Técnicas e instrumentos

5.3.1. Búsqueda, colecta y preparación de los productos a utilizar

El proyecto de investigación se inició con la búsqueda y colecta de las especies naturales, las cuales fueron: plantas de chilca (*Senecio salignus*), frutos de pimienta negra (*Piper nigrum* L.), pino de ocote (*Pinus oocarpa*), polvo de maíz al desgranar (*Zea mays*), cascabillo o polvo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Luego se realizó el proceso de secado durante 30 días y molienda, empleando un molino manual, se paso el polvo en un tamiz de 0.25 mm, esto para el caso de las plantas de chilca y frutos de pimienta negra. La madera de pino fue cortada en trozos de aproximadamente 1.5 centímetros de largo y 1/2 centímetro de ancho, misma que después fue serrada para extraer su polvo; la cal se buscó en el municipio, la arena en las orillas de ríos de la localidad, la ceniza, así como el polvo de frijol y maíz se colectaron con los campesinos, ya que es muy común que desgranen en cada cosecha y hagan fuego con leña, para cocinar sus alimentos. La cantidad de los polvos y trozos de pino utilizados fue de aproximadamente 4 kg, los cuales se depositaron en frascos con la finalidad de disponer de suficiente material (fig. 1)



Figura 1. Embalado de polvos naturales y minerales
Fuente: Trabajo de campo DIGI-USAC (2015)

5.3.2. Selección de áreas de colecta del frijol

Esta se realizó en el municipio de Malacatancito, seleccionándose áreas en este lugar con las siguientes características: que la semilla fuese procedente de zonas productoras de frijol, de una sola variedad, de manejo agronómico uniforme y las mismas prácticas de secado antes de almacenar el grano. Todo esto con el objetivo de proporcionar condiciones homogéneas en cada uno de los tratamientos en estudio.

5.3.3. Colecta y reproducción de gorgojo del frijol

✓ Colecta y cría de insectos

De acuerdo a la metodología propuesta por Pérez (2013) la multiplicación de los insectos, se inició con la colecta de gorgojos tanto machos como hembras en graneros rústicos y se colocaron en granos de frijol criollo cultivado en la comunidad previamente desinfectados con agua destilada y secados a la sombra.

En un frasco con capacidad de 5 litros, se colocó la semilla de frijol hasta dos tercios de su volumen, se introdujeron los insectos adultos, que conformaron el inicio de la cría. Posteriormente, los adultos emergidos en la primera generación fueron trasladados a otro frasco con grano, y así sucesivamente hasta obtener una población suficiente que permitió disponer continuamente de adultos, para poder realizar las pruebas de evaluación.

✓ Sexado de gorgojos del frijol

Dado a que simple vista no se puede observar un dimorfismo sexual entre gorgojos adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Say), fue necesario hacer una sexado a través del estereoscopio (Figura 2), basado en la observación de los últimos segmentos abdominales de los insectos.

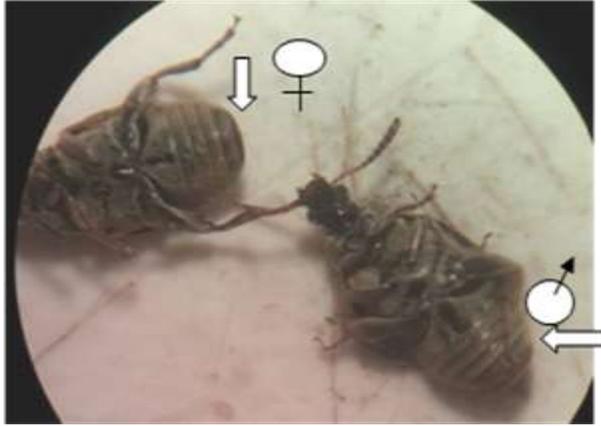


Figura 2. Sexado del gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say)
Fuente: Trabajo de laboratorio DIGI-USAC (2015)

En la figura 2, se puede apreciar en la parte superior izquierda un gorgojo del frijol, observándose en este, que el último segmento abdominal es curvado y de color café, característica que poseen las hembras, mientras que el otro gorgojo en la parte inferior del lado derecho no presenta tal característica, siendo el último segmento más recto y de color grisáceo lo que hace que se clasifique como macho.

✓ Infestación o liberación de parejas adultos de gorgojo del frijol

Una vez realizado el sexado de los gorgojos, se liberaron 10 parejas adultas, las cuales se introdujeron en los frascos de vidrio con capacidad de 1 litro, conteniendo 100 gr de frijol criollo mezclado homogéneamente con los polvos de los productos naturales y minerales. Cada frasco fue cubierto con muselina, sujetando esta con hules, para evitar que los gorgojos se escaparan, de acuerdo a la metodología propuesta por Pérez (2013)

5.3.4. Establecimiento del ensayo

Una vez identificadas las unidades experimentales, con sus respectivos tratamientos, se procedió a montar el ensayo para su respectiva evaluación, como se observa en la figura 3.



Figura 3. Establecimiento del ensayo
Fuente: Trabajo de laboratorio DIGI-USAC (2015)

5.4. Muestreo

El muestreo se realizó los 60 días de haber realizado la infestación en cada uno de los tratamientos. Para lo cual se extrajeron 100 gr de frijol de cada uno de los recipientes, para así determinar las variables estudiadas.

Para el caso del porcentaje de daño del grano, se empleó el método del conteo y peso de semilla tanto sana como dañada, empleando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ daño} = \frac{\text{nd (ps/ns)}}{\text{nd (ps/ns) + ps}} \times 100$$

Donde:

nd= número de granos dañados
ps= peso de granos sanos
ns= numero de granos sanos

Con los valores obtenidos del porcentaje de daño de cada uno de los tratamientos, se elaboró una base de datos en Excel, misma que se ingreso al programa estadístico SPSS, realizando un ANOVA a un nivel de significancia de 0.05, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, procediendo a realizar una prueba de comparaciones por medio post-hoc utilizando Scheffe.

Respecto al número de gorgojos vivos, su análisis se realizó a través del conteo, elaborando una base de datos en Excel, misma que se ingresó al programa estadístico SPSS, empleando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para establecer el mejor control entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0.05.

Para establecer el grado de asociación entre las variables porcentaje de daño y número de gorgojos vivos, se empleó la correlación de rangos de Spearman, realizando la interpretación a priori, considerando un coeficiente aceptable con valor de 1 o cercano al mismo, el cual indicó una correlación positiva ascendente.

Finalmente, para determinar si existía algún efecto negativo de los productos naturales y minerales, en la viabilidad de la semilla referida al porcentaje de germinación; se realizó un muestreo a los 60 días de realizada la infestación, ya que este fue el periodo de almacenamiento del grano y en donde los gorgojos causaron los daños. De cada tratamiento se tomaron 100 semillas al azar, las cuales se hicieron germinar a temperatura ambiente acondicionadas con papel absorbente humedecido; emergiendo estas a los siete días, procediendo a realizar el conteo para establecer sus porcentajes.

De igual manera que las variables anteriores, con los valores obtenidos se generó una base de datos en Excel, para luego ingresarlos al programa estadístico SPSS, realizando un ANOVA a un nivel de significancia de 0.05, y una prueba de comparaciones post-hoc utilizando Scheffe.

5.5. Operacionalización de las variables

Tipo de variable	Dimensional (si procede)	Forma de análisis
Porcentaje de daño de gorgojo (Continua)	Número de granos, peso de granos sanos, número de granos sanos.	Análisis estadísticos (Andevas, Prueba de Scheffe, gráficas)
Número de gorgojos vivos (Discreta)	Efectividad de los tratamientos en la supervivencia de gorgojos	Por medio de conteo (matemático), gráficas Pruebas estadísticas de Kruskal-Wallis, Comparaciones No paramétricas.
Correlación de porcentaje de daño vrs número de gorgojos vivos	A mayor número de gorgojos vivos mayor porcentaje de daño de semillas de frijol.	Correlación de rangos de Spearman, interpretación a priori, considerando un coeficiente de correlación aceptable con valor de 1 o cercano al mismo.
Viabilidad de la semilla (Continua)	Pruebas de germinativas antes y después del almacenamiento	Por medio de las pruebas de porcentaje de germinación, análisis estadístico (Andevas, Prueba de Scheffe)

VI. Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos en la (Tabla 1), se determinó que existieron diferencias significativas a un nivel de 0.05 para la variable porcentaje de daño del gorgojo del frijol, por lo que se procedió a realizar una comparación múltiple de medias de Scheffé y subconjuntos homogéneos para establecer el mejor o mejores tratamientos.

Tabla 1
Anova del porcentaje de daño de gorgojos del frijol por tratamiento.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2085.912	7	297.987	19.593	.000
Intra-grupos	365.006	24	15.209		
Total	2450.918	31			

La (Tabla 2), muestra de acuerdo a los valores de “p” los grupos o tratamientos que son diferentes. En este caso hay un grupo que su comportamiento es intermedio (tratamiento 4), ya que no presenta diferencia con los tratamientos que presentaron menos daño (T2 y T 6), aunque su valor medio está más orientado hacia los tratamientos con porcentajes de daño mayores, de los cuales tampoco hay diferencia (ver la Tabla 3) que agrupa dichos tratamientos.

Tabla 2
Comparación de grupos o tratamientos diferentes del porcentaje de daño de gorgojos del frijol.

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite superior	Límite inferior
1	2	20.14000(*)	2.75759	.000	8.7841	31.4959
	3	-.38250	2.75759	1.000	-11.7384	10.9734
	4	8.87000	2.75759	.222	-2.4859	20.2259
	5	2.85500	2.75759	.992	-8.5009	14.2109
	6	18.23000(*)	2.75759	.000	6.8741	29.5859
	7	1.61750	2.75759	1.000	-9.7384	12.9734
	8	-1.63250	2.75759	1.000	-12.9884	9.7234
2	1	-20.14000(*)	2.75759	.000	-31.4959	-8.7841
	3	-20.52250(*)	2.75759	.000	-31.8784	-9.1666
	4	-11.27000	2.75759	.053	-22.6259	.0859
	5	-17.28500(*)	2.75759	.001	-28.6409	-5.9291
	6	-1.91000	2.75759	.999	-13.2659	9.4459
	7	-18.52250(*)	2.75759	.000	-29.8784	-7.1666
	8	-21.77250(*)	2.75759	.000	-33.1284	-10.4166
3	1	.38250	2.75759	1.000	-10.9734	11.7384
	2	20.52250(*)	2.75759	.000	9.1666	31.8784
	4	9.25250	2.75759	.181	-2.1034	20.6084
	5	3.23750	2.75759	.983	-8.1184	14.5934
	6	18.61250(*)	2.75759	.000	7.2566	29.9684
	7	2.00000	2.75759	.999	-9.3559	13.3559
	8	-1.25000	2.75759	1.000	-12.6059	10.1059
4	1	-8.87000	2.75759	.222	-20.2259	2.4859
	2	11.27000	2.75759	.053	-.0859	22.6259
	3	-9.25250	2.75759	.181	-20.6084	2.1034
	5	-6.01500	2.75759	.688	-17.3709	5.3409
	6	9.36000	2.75759	.171	-1.9959	20.7159
	7	-7.25250	2.75759	.463	-18.6084	4.1034
	8	-10.50250	2.75759	.087	-21.8584	.8534
5	1	-2.85500	2.75759	.992	-14.2109	8.5009
	2	17.28500(*)	2.75759	.001	5.9291	28.6409
	3	-3.23750	2.75759	.983	-14.5934	8.1184
	4	6.01500	2.75759	.688	-5.3409	17.3709
	6	15.37500(*)	2.75759	.003	4.0191	26.7309
	7	-1.23750	2.75759	1.000	-12.5934	10.1184
	8	-4.48750	2.75759	.906	-15.8434	6.8684
6	1	-18.23000(*)	2.75759	.000	-29.5859	-6.8741
	2	1.91000	2.75759	.999	-9.4459	13.2659
	3	-18.61250(*)	2.75759	.000	-29.9684	-7.2566

	4	-9.36000	2.75759	.171	-20.7159	1.9959
	5	-15.37500(*)	2.75759	.003	-26.7309	-4.0191
	7	-16.61250(*)	2.75759	.001	-27.9684	-5.2566
	8	-19.86250(*)	2.75759	.000	-31.2184	-8.5066
7	1	-1.61750	2.75759	1.000	-12.9734	9.7384
	2	18.52250(*)	2.75759	.000	7.1666	29.8784
	3	-2.00000	2.75759	.999	-13.3559	9.3559
	4	7.25250	2.75759	.463	-4.1034	18.6084
	5	1.23750	2.75759	1.000	-10.1184	12.5934
	6	16.61250(*)	2.75759	.001	5.2566	27.9684
	8	-3.25000	2.75759	.983	-14.6059	8.1059
8	1	1.63250	2.75759	1.000	-9.7234	12.9884
	2	21.77250(*)	2.75759	.000	10.4166	33.1284
	3	1.25000	2.75759	1.000	-10.1059	12.6059
	4	10.50250	2.75759	.087	-.8534	21.8584
	5	4.48750	2.75759	.906	-6.8684	15.8434
	6	19.86250(*)	2.75759	.000	8.5066	31.2184
	7	3.25000	2.75759	.983	-8.1059	14.6059

Con base en los valores “p” de la Tabla 2 y los valores medios de la Tabla 3, se podría concluir que los tratamientos que presentaron un daño significativamente menor correspondieron a los tratamientos 2 y 6 respectivamente, siendo éstos los únicos tratamientos que difieren significativamente del control (tratamiento 8).

Tabla 3
Medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos del
porcentaje de daño de gorgojos del frijol.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	1
2	4	1.6375	
6	4	3.5475	
4	4	12.9075	12.9075
5	4		18.9225
7	4		20.1600
1	4		21.7775
3	4		22.1600
8	4		23.4100
Sig.		.053	.087

Los tratamientos que menos porcentaje de daño registraron fueron según la tabla 3, el T2 (polvo de pimienta negra) con un 1.64 %, T6 (mezcla de cal y ceniza) con 3.55%, y T4 (polvo de maíz) con 12.91 %; ejerciendo un buen control en relación al resto de tratamientos y testigo T8, quien registro un daño de 23.41 % superando al resto de tratamientos.

Según los resultados obtenidos en la (Tabla 4), se determinó que si existieron diferencias significativas en el número de gorgojos vivos en granos almacenados de frijol a un nivel de significancia de “p” 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula al referirse que la distribución del número de gorgojos vivos es la misma entre las categorías de cada tratamiento.

Tabla 4
Resumen de contraste de hipótesis para la variable número de gorgojos vivos.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Número de gorgojos vivos es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.001	Rechace la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es .05.				

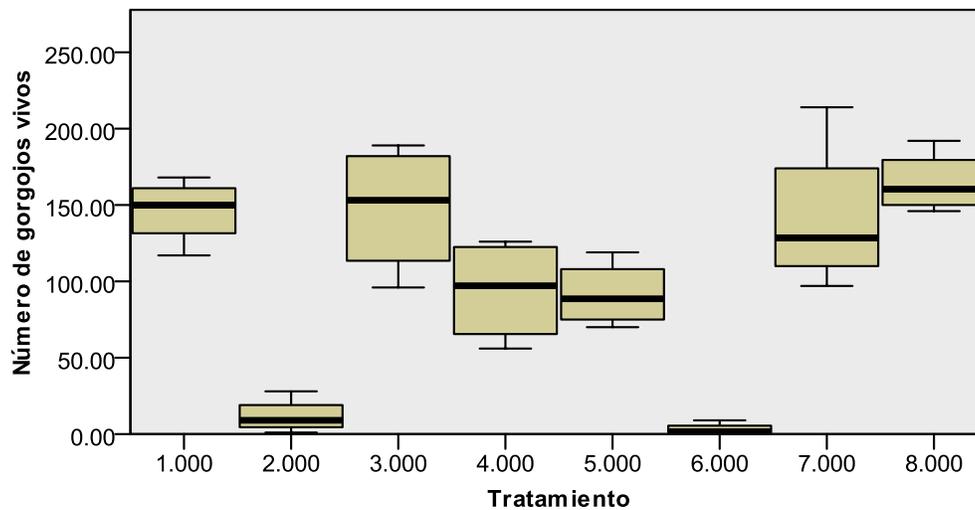


Figura 4.
 Efecto de los tratamientos sobre el número de gorgojos vivos en granos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Las barras representan la media del número de gorgojos vivos de la eficiencia de control obtenido en los tratamientos evaluados.

Según la gráfica de caja anterior, el menor número de gorgojos vivos, lo reportaron los tratamientos T2 (polvo de pimienta negra) y T6 (mezcla de cal y ceniza), obteniendo 12 y 3 gorgojos vivos respectivamente, comparado con el resto de tratamientos quienes obtuvieron entre 92 a 148 gorgojos, estableciéndose que el testigo T8 fue quien reportó la mayor cantidad con un total de 165 gorgojos vivos. Por lo tanto, estos tratamientos, ejercieron un mejor control en la reproducción de dicha plaga. Así mismo, en la (Tabla 5) se observa que la significancia asintótica 0.001 es menor sobre la significancia estadística (p) de 0.05 contenida en la (Tabla 4), como también en la (Tabla 6) en relación a las comparaciones pareadas de rangos, se obtiene que hay más diferencias significativas en los tratamientos T2 y T6 respecto al control con una significancia ($p < 0.05$) difiriendo significativamente respectivo al resto de tratamiento y testigo.

Tabla 5
Significación asintótica “p” a un nivel de 0.05

N total	32
Estadístico de contraste	24.062
Grados de libertad	7
Significación asintótica (prueba bilateral)	.001

Tabla 6
Comparaciones pareadas de rangos de variable número de gorgojos vivos.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Estándar Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajust.
6.000-2.000	2.000	6.628	.302	.763	1.000
6.000-5.000	10.000	6.628	1.509	.131	1.000
6.000-4.000	10.875	6.628	1.641	.101	1.000
6.000-7.000	-18.375	6.628	-2.772	.006	.156
6.000-1.000	19.750	6.628	2.980	.003	.081
6.000-3.000	19.750	6.628	2.980	.003	.081
6.000-8.000	-23.250	6.628	-3.508	.000	.013
2.000-5.000	-8.000	6.628	-1.207	.227	1.000
2.000-4.000	-8.875	6.628	-1.339	.181	1.000
2.000-7.000	-16.375	6.628	-2.470	.013	.378
2.000-1.000	17.750	6.628	2.678	.007	.207
2.000-3.000	-17.750	6.628	-2.678	.007	.207
2.000-8.000	-21.250	6.628	-3.206	.001	.038
5.000-4.000	.875	6.628	.132	.895	1.000
5.000-7.000	-8.375	6.628	-1.264	.206	1.000
5.000-1.000	9.750	6.628	1.471	.141	1.000
5.000-3.000	9.750	6.628	1.471	.141	1.000
5.000-8.000	-13.250	6.628	-1.999	.046	1.000
4.000-7.000	-7.500	6.628	-1.131	.258	1.000
4.000-1.000	8.875	6.628	1.339	.181	1.000
4.000-3.000	8.875	6.628	1.339	.181	1.000
4.000-8.000	-12.375	6.628	-1.867	.062	1.000
7.000-1.000	1.375	6.628	.207	.836	1.000
7.000-3.000	1.375	6.628	.207	.836	1.000
7.000-8.000	-4.875	6.628	-.735	.462	1.000
1.000-3.000	.000	6.628	.000	1.000	1.000
1.000-8.000	-3.500	6.628	-.528	.597	1.000
3.000-8.000	-3.500	6.628	-.528	.597	1.000

De acuerdo el análisis de correlación de Spearman efectuado en las variables porcentaje de daño y número de gorgojos vivos, en la (Tabla 7), se observa un resultado significativo a un nivel de 0.01 y bastante cercano a uno (0.892), lo cual indicó una fuerte correlación. Estableciéndose que a mayor número de gorgojos vivos mayor porcentaje de daño del frijol.

Tabla 7
Correlación de rangos de Spearman para las variables
porcentaje de daño versus número de gorgojos vivos.

			Porcentaje de daño por tratamiento	Número de gorgojos vivos
Rho de Spearman	Porcentaje de daño por tratamiento	Coeficiente de correlación	1,000	,892**
		Sig. (bilateral)	.	,0001
		N	32	32
	Número de gorgojos vivos	Coeficiente de correlación	,892**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	32	32

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la (Tabla 8), se determinó que no existieron diferencias significativas en el porcentaje de germinación de los granos de frijol, por lo tanto no fue necesaria la siguiente parte correspondiente a las comparaciones por Scheffé.

Tabla 8
Anova del porcentaje de germinación de granos de de frijol.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	9.219	7	1.317	.731	.648
Intra-grupos	43.250	24	1.802		
Total	52.469	31			

Al no existir diferencia significativa al 0.05, podemos decir que los diferentes polvos empleados en cada uno de los tratamientos evaluados, no influye en la viabilidad de la semilla del frijol en almacenamiento, en este caso referida al porcentaje de germinación. Es decir, fue mínima la diferencia del porcentaje de germinación en cada uno de los tratamientos evaluados, registrando los valores más bajos con un 98 % para el caso del testigo y de un 99.5 % para los tratamientos T2 y T5, haciendo una diferencia entre el valor más alto y bajo de 1.50 %, con un promedio de germinación de 98.72 %.

En conclusión, se acepta la hipótesis alternativa planteada en el presente estudio; ya que los tratamientos T2 y T6 si ejercieron un control significativo favorable en los granos de frijol almacenados.

6.1. Matriz de Resultados

Objetivo Específico	Resultado Esperado	Resultado Obtenido
Efectividad de cinco materiales naturales, y dos minerales, sobre el control del gorgojo en porcentaje de daño en granos de frijol almacenado.	Conocer estadísticamente que materiales natural y/o mineral ejerce un control efectivo en granos de frijol almacenado.	Polvo de pimienta y mezcla de cal-ceniza reportaron menores daños a semilla de frijol provocado por el gorgojo.
Establecer el número de gorgojos vivos en granos almacenados de frijol.	Conocer estadísticamente que tratamientos ejercen control efectivo sobre el número de gorgojos vivos en semilla de frijol.	Polvo de pimienta negra y mezcla de cal-ceniza reportaron menores gorgojos vivos (12 y 3) en semilla de frijol.
Establecer correlación en las variables porcentaje de daño del frijol vrs número de gorgojos vivos.	Conocer estadísticamente el efecto que ejercen los gorgojos sobre el daño a la semilla de frijol.	Correlación significativa 0.01, cercana a uno (0.892). A mayor número de gorgojos vivo mayor % de daño en granos de frijol.
Determinar el efecto producido por los diferentes tratamientos en la viabilidad de los granos de frijol utilizados	Conocer estadísticamente el porcentaje de germinación de las semillas de frijol en función de los productos naturales y minerales aplicados.	Los productos naturales y minerales no influyen en la viabilidad de la semilla, obteniéndose porcentajes de germinación de 98 a 99.5 %.

6.2. Impacto esperado

Dada la problemática actual que se tiene en las comunidades del área rural en la conservación de sus granos básicos, para este caso del municipio de Malacatancito del departamento de Huehuetenango, y tomando en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación sobre la efectividad de los productos naturales y minerales (polvo de pimienta negra y mezcla de cal-ceniza) en el control del gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say), se espera que éstos sean implementados para contrarrestar los daños físicos, y ambientales; así como pérdidas económicas que provocan dicha plaga, adoptándose este tipo de técnicas y no dependan de la utilización de productos químicos para la conservación de los alimentos; rescatando de esta manera el aspecto cultural que conlleva este tipo de prácticas.

VII. Análisis y discusión de resultados

El frijol después del maíz es uno de los granos básicos que forman parte importante de la dieta alimenticia de los guatemaltecos. Sin embargo el almacenamiento, constituye una práctica muy común entre los agricultores, sufre pérdidas a causa de insectos, tal es el caso del gorgojo de frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say). Por lo cual los productores han recurrido a la aplicación de productos químicos como lo es el Sulfuro de Aluminio (Phostoxin), que si bien es cierto proporciona protección a las semillas, contra insectos, pero al mismo tiempo es altamente toxico para las personas que lo aplican, provocando efectos nocivos para el medio ambiente (De Liña, 2014).

Respecto a los materiales naturales y minerales, que ejercieron una eficacia sobre el control del gorgojo del frijol en porcentaje de daño en granos almacenados, así como el menor número de gorgojos vivos, en relación al testigo T8 (sin ninguna aplicación) y resto de tratamientos en el presente estudio, correspondieron al T2 (polvo de pimienta negra), y T6 (mezcla de cal-ceniza). Coincidiendo los resultados, con los obtenidos por (Pérez, 2013), quien recomienda el polvo de pimienta negra y por (Cordero, 2013), quien recomienda el empleo del producto mineral mezcla de cal-ceniza respectivamente.

Así mismo, Rodríguez (2008) señala que diversos materiales como arena, cal, cenizas, polvo de ladrillo y piedra volcánica se han utilizado para proteger la cosecha en el almacén, indicando que en Oaxaca, es la medida más utilizada para conservar el maíz y el frijol sin insectos plaga. Respecto a las dosis se ha observado que la incorporación de 4 kg de cal por cada tonelada de grano almacenado evita el daño del gorgojo por un periodo de seis meses.

Cuevas (s.f) en su estudio sobre el Manejo de productos naturales para el control de insectos en almacén, específicamente en el gorgojo del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) que la cal originó 100 % de mortalidad, 0% de emergencias y 0% de daño demostrando su eficacia.

Rodríguez (1985) reporta que la mezcla de arena, ceniza de carbón vegetal y algunos otros materiales con los granos de frijol, evitan la reproducción de los gorgojos; al parecer, estos lesionan por fricción su cutícula haciendo que pierdan humedad y si el grano está completamente seco se deshidraten y mueran.

La correlación establecida en la variable porcentaje de daño y número de gorgojos vivos, registró una significancia de 0.01 y bastante cercana a uno (0.892), lo cual demostró que la variable independiente (número de gorgojos vivos), influyo sobre la variable dependiente (porcentaje de daño en las semillas de frijol en almacenamiento), obteniéndose un grado de asociación positivo entre las variables estudiadas, por lo que se concluye que a mayor número de gorgojos vivos mayores daños se obtienen en las semillas, lo cual se evidenció en los tratamientos T8 (testigo), T3 (polvo de pino de ocote) y T1 (polvo de raíz de chilca), ya que obtuvieron los porcentajes más altos de daños, siendo de 23.41 %, 22.16 % y 21.78 % con una cantidad de gorgojos vivos de 165, 148 y 146 respectivamente.

De acuerdo a Rodríguez (2008) la mezcla de polvos de hoja y semilla de cedro (*Cedrela* spp.) con frijol evitan el daño de insectos plaga en Santiago Yancuitlalpan, Cuetzálan, Puebla, y en Chicontepec, Veracruz; así mismo, en Santa Lucía Teotepec, Oaxaca, se incorporan las hojas secas o frescas, pulverizadas o despedazadas, de hierba santa (*Piper auritum*) en frijol almacenado para evitar el daño de plagas por más de un año. Para nuestro caso los frutos de pimienta negra (*Piper nigrum*) fue el producto natural de mayor efectividad. No así para los polvos de madera de pino de ocote (*Pinus oocarpa*) quien reportó 22.16 % de daños como lo arriba indicado, siendo el de menor eficacia.

(López, Rodríguez, & Garza, 2010), señalan que la raíz de chilca (*Senecio salignus* L.), colectada en cualquier fecha del año y hasta con 7 meses de almacenamiento e impregnada como polvo a una concentración de 0.5 % (5 kg de polvo por tonelada de grano) al grano de frijol, a nivel de laboratorio es capaz de matar todos los adultos del gorgojo mexicano del frijol (*Z. subfasciatus*), y así puede proteger completamente al frijol almacenado hasta por 30 días e inhibir totalmente la ovoposición. Situación que no se presentó en el presente estudio, ya que los polvos de raíces de chilca ocupó el sexto lugar en relación a los daños del gorgojo con un 21.78% como lo antes señalado.

(López et al., 2010) hacen mención que las plantas son organismos vivos que están en constante interacción con su ecosistema, de manera que los metabolitos secundarios que producen están cambiando continuamente de concentración. Esto hace que las plantas, sus extractos o sustancias, algunas veces no manifiesten actividad biológica mientras que en otras ocasiones muestran actividad insectistática o insecticida. Esta variabilidad indica que existen factores intrínsecos y extrínsecos que afectan la concentración y actividad de las sustancias insectistáticas e insecticidas. Los factores como edad de la planta (White, 1948), temperatura y humedad relativa, atmosférica (Singh, 1987), precipitación (Schmutterer, 1990), fertilidad y pH del suelo donde crece la planta (Ermel *et al.*, 1987), intensidad de la luz solar (Stokes y Redfern, 1982), humedad relativa y temperatura del almacén (Ermel *et al.*, 1987), y del ambiente durante el bioensayo (Harries, 1945), deben estar en condiciones óptimas para alcanzar el mejor efecto en insectos.

La presencia de polvos de los diferentes productos naturales y minerales evaluados en esta investigación, no influyen de forma significativa en la viabilidad de la semilla del frijol en almacenamiento, ya que mediante su infestación mantienen su poder germinativo, obteniendo resultados que superaron el 97% de germinación; además este valor se ajusta al porcentaje de germinación exigido para semillas que serán utilizadas nuevamente para la siembra de acuerdo a Moreno (1996) quien determinó que una semilla comercial con buenos por cientos de germinación oscila entre un 90 y 100%.

Se acepta la hipótesis alternativa, ya que se presentaron resultados favorables en el control del gorgojo del frijol en la conservación de granos almacenados, estableciéndose que los tratamientos T2 consistiendo en polvos de frutos de pimienta negra (*Piper nigrum*) y T6 mezcla de polvos de cal-ceniza son los más eficaces. Aplicándose en frascos de vidrio de 1 litro de capacidad en dosis de 1 gr sobre 100 gr de semilla de frijol criollo, bajo condiciones controladas a nivel de laboratorio; reduciendo el daño provocado por el gorgojo del frijol en 1.64 y 3.55% y la menor cantidad de gorgojos vivos 12 y 3 respectivamente, coincidiendo su eficacia con lo reportado por Pérez (2013) y Cordero (2013), representando una opción interesante para la reducción de daños de plagas en almacén y beneficios a la salud y el ambiente.

VIII. Conclusiones

1. Los menores porcentajes de daño de granos de frijol en almacenamiento, fueron de 1.64 % obtenido por el polvo de pimienta negra (*Piper nigrum*) del T2, y de 3.55 % de la mezcla cal-ceniza del T6.
2. El menor número de gorgojos vivos de los tratamientos evaluados, correspondieron a T2 y T6, referidos al polvo de pimienta negra y la mezcla de cal-ceniza, obteniendo 12 y 3 gorgojos vivos respectivamente, comparado con el resto de tratamientos quienes obtuvieron entre 92 a 148 gorgojos, siendo el testigo T8 el de mayor cantidad con un total de 165 gorgojos vivos.
3. Existió una fuerte correlación entre el porcentaje de daño y número de gorgojos vivos, obteniéndose un valor cercano a uno de 0.892, indicando una asociación positiva la cual establece que a mayor número de gorgojos vivos mayor porcentaje de daño en granos de frijol almacenados.
4. La aplicación de los materiales naturales y minerales en semillas de frijol en almacenamiento, no influye significativamente en su poder germinativo; obteniéndose valores que superaron el 97%, ajustándose al porcentaje exigido para semillas de uso comercial cuyos valores oscilan entre 90 y 100 %.
5. Se acepta la hipótesis alternativa ya que se presentaron resultados favorables en el control del gorgojo del frijol en la conservación de granos almacenados, siendo los tratamientos T2 y T6 los más eficaces.

IX. Referencias

- Cordero, M. (2013). Control alternativo de plagas en granos almacenados. San Salvador, El Salvador El Bálsamo.
- Cuevas, M.I. (sf.). Manejo de productos naturales para el control de insectos en almacenamiento. México: Universidad del Estado de Morelos.
- De Liñan, C. (2004). Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Ediciones Agrotécnicas. <http://www.faunaiberica.mncn.csic.es/index.php>.
- Ermel K, E Pahlich, H Schmutterer (1987). Azadirachtin content of neem kernels from different geographical locations, and its dependence on temperature, relative humidity, and light. In: Natural Pesticides From the Neem Tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and Other Tropical Plants. H Schmutterer, K R S Ascher (eds). GTZ. Eschborn, Germany. p. 171–184.
- García-Oviedo, J. A. (2007). Elabora IPN frijol instantáneo altamente nutritivo. (Nota periodística.) El Universal. Edición:03/Abril/2007. Disponible en:<http://www.eluniversal.com.mx/articulos/39081.html>
- González, N. (2004). Valor útil de la arena fina y bien seca en la preservación del ataque de insectos en granos de maíz destinados al consumo o a semillas. Cuba: Universidad de Granma.
- Harries F H (1945) Some factors affecting the insecticidal action of pyrethrum extracts on the beet leafhopper. J. Econ. Entomol. 71, 553–565.
- Lépiz, R. (1982). Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de frijol. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación Especial No. 83. México. 68 p.
- López, Pérez, E., Rodríguez, Hernández, C., y Garza, García, 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).
- Morales, H., Ramírez, P., Leire, H., Rodas, S., López, J.C. (2010). Renovando viejas prácticas mayas de manejo de plagas del maíz almacenado para la agricultura del futuro 5, 63-71.
- Moreno, M.E. (1992). La humedad, su medición e importancia en la conservación de los granos y semillas. In: Memorias del Curso Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas. Programa Universitario de Alimentos. Del 23 al 27 de noviembre de (1992). Instituto de Biología. Ciudad Universitaria. UNAM. México. p. 1-34.
- Moreno, M.E. (1996). Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p. 249-251.

- Pérez, C.L. (2013). *Evaluación de siete plantas aromáticas para el control del gorgojo del frijol (Acanthoscelides obtectus Say), en periodo de almacenamiento, Malacatancito, Huehuetenango*. Tesis de grado de Ingeniería Agronómica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Huehuetenango, Guatemala.
- Rodríguez C., M. (1985). Efecto en el laboratorio de tres productos utilizados tradicionalmente para el control de plagas de insectos en granos almacenados. Departamento del Hombre y su Ambiente. México. 23 p.
- Rodríguez, H.C. (2008). Alternativas para el manejo integrado de gorgojos en graneros rústicos. Revista Leisa de agroecología, Marzo p. 32-35.
- Secretaria general de planificación. 2010. Brecha municipal para alcanzar indicadores de ODM. Secretaria de planificación y programación de la presidencia. Guatemala, Mimeo. Marzo. Pp.: 22.
- Schoonhoven, A., Cardona, C., y García, J. E. (1988). Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 46 p.
- Schmutterer, H. (1990). Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Ann. Rev. Entomol. 35, 271–297.
- Singh, R.P. (1987). Comparison of antifeedant efficacy and extract yields from different parts and ecotypes of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) trees. In: Natural Pesticides From the Neem Tree (*Azadirachta indica* A. Juss) and Other Tropical Plants. H Schmutterer, K R S Ascher (eds). GTZ. Eschborn, Germany. p. 185–194.
- Stokes J B, R. E Redfern (1982). Effect of sunlight on azadirachtin: antifeeding potency. J. Env. Sci. Health 17, 57–65.
- Southgate, J.B. (1979). Biology of the bruchidae. *Ann Rev. Entomol.* 24, 449 – 473.
- Weaver, D.K., Dunkel, F.U., Cusker, S.L., and Puyuelde, LV. (1992). Oviposition patterns in two species of bruchids (Coleopteran: Bruchidae) as influenced by the dried leaves of *Tetradenia riparia* a perennial mint (Lamiales: Lamiaceae) that suppresses population size. Environmental Entomology. 21, 1121-1129.
- White, D.G (1948). Production of *Derris elliptica* in relation to type of cutting and age at harvest. J. Econ. Entomol. 77, 13–24.

X. Apéndice

Porcentaje de daño del gorgojo del frijol por tratamiento y repetición

Trata.	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Promedio	Polvos de Productos
1	17.24	23.89	19.83	26.15	21.78	Raíz de chilca
2	1.04	0.21	4.48	0.82	1.64	Pimienta negra
3	15.28	18.67	28.21	26.48	22.16	Pino de ocote
4	13.42	17.55	9.09	11.57	12.91	Maíz
5	20.29	15.74	14.43	25.23	18.92	Cascabillo de frijol
6	1.65	2.79	4.87	4.88	3.55	Mezcla cal-ceniza
7	17.93	16.30	24.14	22.27	20.16	Arena fina de río
8	21.42	24.78	20.04	27.40	23.41	Testigo

Número de gorgojos vivos por tratamiento y repetición

Trata.	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Promedio	Polvos de Productos
1	117	146	154	168	146.25	Raíz de chilca
2	10	1	28	8	11.75	Pimienta negra
3	96	131	189	175	147.75	Pino de ocote
4	126	119	56	75	94.00	Maíz
5	119	97	80	70	91.50	Cascabillo de frijol
6	1	1	9	2	3.25	Mezcla cal-ceniza
7	123	97	214	134	142.00	Arena fina de río
8	146	167	154	192	164.75	Testigo

Número de gorgojos muertos por tratamiento y repetición

Trata.	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Promedio	Polvos de Productos
1	37	44	31	55	41.75	Raíz de chilca
2	19	20	20	22	20.25	Pimienta negra
3	57	45	86	57	61.25	Pino de ocote
4	33	37	30	32	33.00	Maíz
5	38	34	56	59	46.75	Cascabillo de frijol
6	31	36	46	52	41.25	Mezcla cal-ceniza
7	38	30	40	41	37.25	Arena fina de río
8	50	68	54	65	59.25	Testigo

Número de granos sanos de frijol

Trata.	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Promedio	Polvos de Productos
1	403	363	388	353	376.75	Raíz de chilca
2	474	470	472	478	473.5	Pimienta negra
3	399	392	322	358	367.75	Pino de ocote
4	379	371	430	428	402	Maíz
5	381	396	415	243	358.75	Cascabillo de frijol
6	475	418	449	448	447.5	Mezcla cal-ceniza
7	398	390	355	356	374.75	Arena fina de río
8	386	349	379	347	365.25	Testigo

Número de granos dañados de frijol

Trata.	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Promedio	Polvos de Productos
1	89	114	96	125	106	Raíz de chilca
2	5	1	12	4	5.5	Pimienta negra
3	72	90	144	129	108.75	Pino de ocote
4	58	79	43	56	59	Maíz
5	97	74	70	82	80.75	Cascabillo de frijol
6	8	12	23	23	16.5	Mezcla cal-ceniza
7	87	76	133	102	99.5	Arena fina de río
8	105	115	95	131	111.5	Testigo

Porcentaje de germinación de frijol a los 60 días

Trata.	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV	Promedio	Polvos de Productos
1	100	99	99	98	99.00	Raíz de chilca
2	100	99	100	99	99.50	Pimienta negra
3	96	99	100	98	98.25	Pino de ocote
4	99	99	97	98	98.25	Maíz
5	99	99	100	100	99.50	Cascabillo de frijol
6	99	100	97	98	98.50	Mezcla cal-ceniza
7	95	100	100	100	98.75	Arena fina de río
8	97	99	97	99	98.00	Testigo

Colecta de granos de frijol criollo (*Phaseolus vulgaris* L)



Prueba preliminar de germinación de frijol criollo



7 días a emergencia (96%)



Colecta de gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say)



Frijol dañado por gorgojo

Separación de gorgojos



Gorgojos de frijol

Identificación del gorgojo del frijol
(*Acanthoscelides obtectus* Say)



Élitros de color café-gris con manchas longitudinales y oscuras.



fémur, presentando estos dos dientes un grande y un pequeño

Cría del gorgojo del frijol
(*Acanthoscelides obtectus* Say)



Recipiente de vidrio de 5 litros



Extracción de gorgojos empleando 2 mangueras

Técnicas e Instrumentos

Colecta de gavilla de frijol



Secado de gavilla de frijol



Molido de gavilla de frijol



Colecta de polvo de maíz al desgranar



Ubicación de plantas de chilca



Arranque de plantas de chilca



Colecta de polvo de maíz al desgranar



Ubicación de plantas de chilca



Arranque de plantas de chilca



Colecta de ceniza de leña (*Pinus oocarpa*)



Tamizado de ceniza de leña (Eliminación de restos de leña carbonizada)



Colecta de ramas
de pino ocote
(*Pinus oocarpa*)



Aserrado de ramas de
pino ocote para
extracción de polvo



Colecta de cal viva



Colecta de arena de río



Colecta de Pimienta negra
(*Piper nigrum* L)



Molido de frutos de
Pimienta negra



Envasado de polvos de productos naturales y minerales para control del gorgojo del frijol



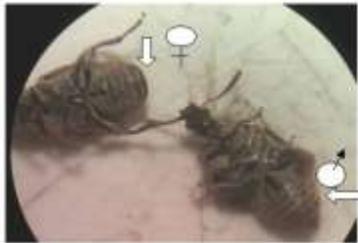
Muestreo



64 frascos de vidrio de 1 litro
100 gramos de semilla de frijol



1 gramo de cada producto
natural y mineral



10 parejas de gorgojos por
tratamiento

Limpieza y desinfección del área experimental



Limpieza y desinfección con
cloro al 0.5 %

Montaje del ensayo experimental



Ensayo con diseño completamente al azar

XI. Actividades de gestión, vinculación y divulgación

11.1. Gestión

En relación a este rubro la gestión consistió en la compra contemplada en el renglón presupuestario relacionado a papel escritorio, el cual incluyó el siguiente suministro: 20 resmas de papel y 3 tóner para impresora, lo cual sirvió para la impresión de los informes mensuales, trifoliales e informe final correspondiente al proyecto de investigación. Como también la gestión para la elaboración de trifoliales, a través del departamento de reproducción del CUNOROC.

11.2. Vinculación

Los resultados generados en esta investigación, se espera vincularlos con las diferentes instituciones públicas (MAGA, MARN, MIDES, SESAN, ICTA), no gubernamentales (CEIBA, ASOCUCH, FUNDAECO, ACODIHUE, ASDECOHUE), académicas universitarias (CUNOROC, RURAL, LANDIVAR), entre otras.

11.3. Divulgación

Se realizaron trifoliales y presentaciones del avance de los proyecto en el Centro Universitario de Noroccidente CUNOROC, con estudiantes de las carreras de Agronomía, Zootecnia y Trabajo Social. Así mismo, se efectuaron visitas en el proceso de almacenamiento y toma de datos de los resultados. Como también la socialización se realizará través del informe final enviado a DIGI y la elaboración del artículo del resumen publicable del estudio.

XII. ORDEN DE PAGO

LISTADO DE TODOS LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Contratados por contraparte y colaboradores	
Ing. Agr. Carlos Ernesto López Monzón	Profesor Titular I. Coordinador del Instituto de Investigación del Noroccidente IIDENOC y del Proyecto de Investigación.

CONTRATADOS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Nombre	Categoría	Registro de personal	Pago	
			SI	NO
Willmar Valentín Tobar Tomás	Investigador	20110144	SI	NO
Alan Gilberto Ventura Gómez	Auxiliar II	20150167	x	x

Nombre	Firma
Willmar Valentín Tobar Tomás	
Alan Gilberto Ventura Gómez	

Ing. Agr. Carlos Ernesto López Monzón
Coordinador del proyecto de investigación

Ing. Agr. Augusto Saúl Guerra Gutiérrez
Coordinador Programa Universitario de Investigación en
Recursos Naturales y Ambiente
-PUIRNA-

Ing. Agr. MARN. Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas.