

Vegetales pulverizados para el manejo de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en almacenamiento

Hortencia Analy Gómez Herrera¹
Omar González Mejía¹
José Carlos González Cortázar¹

¹Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa-Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Chicoasen-Malpasó, km 24+300, Copainalá, Chiapas, México. CP. 29625. analy_24_12@hotmail.com.

Autor para correspondencia: analy_24_12@hotmail.com.

Resumen

La pérdida de granos almacenados es un problema para los agricultores. *Sitophilus zeamais* Motschulsky, es la principal plaga en maíz almacenado. El objetivo del estudio fue determinar las propiedades bioinsecticidas de vegetales pulverizados reconocidos por productores de la Nueva y el Rosario, Copainalá, Chiapas, México, de septiembre 2015 a abril 2016. Se utilizó un diseño completamente al azar, con 25 tratamientos, un testigo absoluto y uno químico (fosforo de aluminio) con tres repeticiones. En laboratorio se evaluaron cinco especies vegetales como pulverizados. *R. communis* L. al 4% genero la mortalidad mayor (53.3%). *C. ambrosioides* L. al 1% y *R. communis* L. al 3 y 5% con índice de repelencia (0.95) fueron los mejores. En maíz almacenado se evaluó el mejor tratamiento de la prueba en laboratorio; para mortalidad no se presentó diferencias significativas entre tratamientos. El porcentaje de maíz germinado no se ve afectado por la aplicación de pulverizados. *R. comunis* L. presentó resultados estadísticamente similares en grano dañado que el fosforo de aluminio. La pérdida de peso del grano fue de 0.97 kg. Se puede concluir que el pulverizado de higuierilla tiene efectos de mortalidad al 4% y repelencia al 3 y 5% en condiciones de laboratorio. Mientras que en condiciones de almacenamiento no existieron diferencias lo cual pudo deberse a la perdida de efectividad de los metabolitos activos de higuierilla, el poder germinativo de las semillas de maíz no se ve afectado por la aplicación del pulverizado de *R. communis* L.

Palabras claves: diagnóstico, mortalidad, repelencia.

Recibido: abril de 2018

Aceptado: junio de 2018

Introducción

El maíz (*Zea mays*) es un cultivo importante porque es la base para la elaboración de numerosos alimentos para humanos y animales. Es el cultivo principal en México, con 18% del valor de la producción del sector agrícola y 33% de la superficie sembrada en el territorio nacional (FND, 2014).

Entre las plagas asociadas a los granos almacenados el gorgojo (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) del maíz (*Zea mays*) es la principal por que causa más daños en el estado larvario y adulto, perforando el grano para ovipositar, mientras que las larvas forman galerías en el endospermo al alimentarse.

En la agricultura moderna se ha consensado que la práctica actual enfrenta una crisis ambiental. La disminución del rendimiento debido a las plagas alcanza entre 20-30% en la mayoría de los cultivos, a pesar del incremento substancial en el uso de plaguicidas (cerca de 500 mil toneladas de ingredientes activos a nivel mundial) esto es un síntoma de la crisis ambiental que afecta a la agricultura (Altieri y Nicholls, 2000).

A partir de la necesidad por encontrar una alternativa natural para el control de insectos plagas y reemplazar así los pesticidas sintéticos aparecen los insecticidas botánicos ofreciendo seguridad para el ambiente y una opción agronómica. Su uso como alternativa, sustenta el cambio de paradigma: manejar plagas no matarlas.

Más de 2 000 especies de plantas poseen propiedades para el control de plagas, que apoyen a la reducción de la contaminación ambiental y que se pueda tener un tratamiento más justo con los seres vivos y con los recursos naturales que nos rodean, contribuyendo al desarrollo de una agricultura ecológica más sostenible (Iannacone y Quispe, 2004).

Debido a los problemas que se presentan en los sistemas de producción agrícola por los ataques de plagas se han buscado estrategias que ayuden al manejo de plagas sin dañar el ambiente, ya que se tiene un uso indiscriminado de los pesticidas que no solo matan a las plagas sino también a insectos benéficos dentro del sistema de producción. Para lo cual la presente investigación tuvo como objetivo identificar alternativas biológicas que tengan efectos insecticidas y ayuden al manejo de *Sitophilus zeamais* Motschulsky mediante la aplicación de vegetales pulverizados a maíz almacenado y como hipótesis se planteó que al menos uno de los cinco pulverizados vegetales a diferentes dosis tienen efectos sobre la mortalidad y repelencia de *Sitophilus zeamais* Motschulsky.

Materiales y métodos

Aplicación de un diagnóstico en las comunidades El Rosario y La Nueva, Copainalá, Chiapas, México.

Primera fase: se realizó un diagnóstico en las comunidades de La Nueva, Copainalá, Chiapas, ubicada en las coordenadas 17° 02' 57.90" de latitud norte y 93° 09' 56.13" de longitud oeste, a una altitud de 633 m y El Rosario el cual se encuentra localizado en las coordenadas, 17° 05' 22" latitud norte y 93° 14' 34" longitud oeste, a una altitud de 650 m.

Para la aplicación de las encuestas, se utilizó el muestreo aleatorio simple (Casal y Mateu, 2003). En estas comunidades se aplicaron 10 encuestas por comunidad para determinar e identificar plantas con posible efecto sobre insectos plaga en especies vegetales.

Análisis del diagnóstico

Después de realizar el diagnóstico se procedió al análisis de los resultados, para obtener las cinco especies vegetales de mayor importancia en insectos, agrupando las respuestas en una hoja de cálculo de Excel (Microsoft office 2013).

Selección de cinco especies vegetales de mayor importancia sobre insectos-plaga y obtención del material vegetal evaluado.

Segunda fase: en esta etapa de acuerdo a los resultados del diagnóstico se seleccionaron las cinco especies vegetales de mayor importancia sobre insectos-plaga, las cuales se analizaron en laboratorio para determinar el efecto de mortalidad y repelencia de cada una de las cinco especies seleccionadas. El material vegetal epazote (*Chenopodium ambrosioides*), hierba santa (*Piper auritum* Kunth) se recolectaron con amas de casa de las comunidades de La Nueva y El Rosario, en el caso de higuierilla (*Ricinus communis* L.) se obtuvo en terrenos de las mismas comunidades donde crece de manera silvestre, la cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) en la comunidad Julián Grajales, Copainalá Chiapas y el ocote (*Pinus maximinoi* H. E. Moore) y L.) en el municipio de Coapilla, Chiapas, sitio donde las condiciones son propicias para el desarrollo de esta especie. Posteriormente, todo el material recolectado se secó en una estufa a una temperatura de 65 °C hasta obtener peso constante. Para después ser pulverizado en una licuadora. Posteriormente se tamizó, con el fin de obtener un polvo fino y homogéneo.

Obtención del sustrato y recolección de *Sitophilus zeamais* Motschulsky

El sustrato (maíz) y los insectos utilizados se recolectaron con el productor cooperante, Juan Francisco Pérez Pérez de la comunidad La Nueva, Copainalá, Chiapas. Posteriormente estos se trasladaron al laboratorio de la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, sitio donde se desarrolló la 1^{ra} fase de la investigación.

Tratamientos y dosis evaluadas

Se evaluaron 25 tratamientos correspondientes a los pulverizados de las 5 especies vegetales de mayor importancia sobre el manejo de *S. zeamais* aplicadas de manera pulverizada en dosis de 1, 2, 3, 4 y 5%. Más un testigo absoluto (sin pulverizado) y uno químico (fosforo de aluminio) (Cuadro 1). Cada uno de los tratamientos con 3 repeticiones.

Aplicación de los tratamientos

En vasos de plástico, se mezcló 100 g de maíz y con los diferentes tratamientos con sus respectivas dosis. Una vez realizada la mezcla, se procedió a infestar cada frasco con 10 gorgojos por cada unidad experimental (vasos de plástico) (Silva y Hepp, 2004).

Cuadro 1. Tratamientos y dosis.

Tratamientos	Especies	Dosis (%)
T1	Hierba santa (<i>Piper auritum</i> Kunth.)	1
T2	Hierba santa	2
T3	Hierba santa	3
T4	Hierba santa	4
T5	Hierba santa	5
T6	Epazote (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.)	1
T7	Epazote	2
T8	Epazote	3
T9	Epazote	4
T10	Epazote	5
T11	Higuerilla (<i>Ricinus communis</i> L.)	1
T12	Higuerilla	2
T13	Higuerilla	3
T14	Higuerilla	4
T15	Higuerilla	5
T16	Cola de caballo (<i>Equisetum arvense</i> L.)	1
T17	Cola de caballo	2
T18	Cola de caballo	3
T19	Cola de caballo	4
T20	Cola de caballo	5
T21	Ocote (<i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore)	1
T22	Ocote	2
T23	Ocote	3
T24	Ocote	4
T25	Ocote	5
T26	Testigo absoluto	Sin pulverizado
T27	Testigo químico	(fosfuro de aluminio 0.003g 100 g ⁻¹ de maíz)

Porcentaje de mortalidad

La mortalidad se evaluó cada 24 h, durante 21 días, para cada tratamiento y sus repeticiones. Para ello se empleó la siguiente fórmula donde: porcentaje de mortalidad= número de insectos muertos/total de insectos x 100

Índice de repelencia

Para la evaluación de la repelencia, se utilizaron cuatro cajas de Petri por tratamiento, la caja central se conectó con las demás mediante mangueritas de plástico de 10 cm de longitud ubicados diagonalmente. En la caja del centro se liberaron 10 insectos de *S. zeamais*, en cada una de las tres cajas de al lado se colocó 35 g de maíz los cuales fueron mezclados con los respectivos tratamientos y después de 24 h se contabilizó el número de insectos en cada recipiente. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones y se utilizó la fórmula propuesta por Mazzonetto (2002), $IR=2G/(G+P)$.

Donde: IR= es el índice de repelencia; G= porcentaje de insectos en el tratamiento y P= porcentaje de insectos en el testigo. El polvo vegetal es neutro si IR= 1, atrayente si IR>1 y repelente si IR<1.

Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar, utilizando un arreglo factorial de A x B donde A= representa las cinco especies vegetales y B= cinco dosis, para un total de 25 tratamientos más dos testigos (absoluto y químico) y tres repeticiones, para un total de 81 unidades experimentales. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Análisis del o los mejores tratamientos en maíz almacenado.

Tercera fase: consistió en llevar a condiciones de almacenamiento el mejor tratamiento de la fase 2, el cual fue la higuierilla al 4%.

Obtención del material vegetal y del pulverizado

La higuierilla se obtuvo de terrenos de las comunidades la Nueva y Rosario, del municipio de Copainalá, Chiapas, México, en donde esta especie crece de manera silvestre. Para el pulverizado se utilizaron hojas de higuierilla las cuales se secaron en una estufa a una temperatura de 65 °C hasta obtener peso constante. Después se pulverizó en una licuadora. Posteriormente se tamizó, con el fin de obtener un polvo fino y homogéneo.

Evaluación del tratamiento

Se consideraron tres repeticiones donde cada una de ellas estuvo compuesta por costales con capacidad de 25 kg, estos fueron llenados con maíz cosechado de la temporada y se evaluaron después de tres meses.

Porcentaje de mortalidad

La mortalidad se evaluó después de tres meses de ser aplicado el pulverizado para cada tratamiento y sus repeticiones. Empleando la siguiente fórmula donde: porcentaje de mortalidad= número de insectos muertos/total de insectos x 100.

Porcentaje de granos dañados

En cuanto a la evaluación de granos dañados se realizó al final del estudio, donde se cuantificaron granos dañados y granos buenos en una muestra al azar de 100 granos tomadas de cada uno de las unidades experimentales. Utilizando la fórmula: porcentaje de grano dañado= total de granos dañados/100 x 100.

Peso del maíz almacenado

Se evaluó por diferencia peso de cada una de las unidades experimentales al principio (25 kg) y al final del experimento, para comprobar si se pierde peso por daños de *S. zeamais* después de la aplicación del pulverizado de higuierilla al 4%.

Porcentaje de maíz germinado

Se realizó la prueba de germinación de cada tratamiento. Tomando al azar 100 semillas de cada unidad experimental, colocándolas en servilletas húmedas y después de 8 días se determinó el porcentaje de germinación empleando la siguiente fórmula: porcentaje de germinación= semillas germinadas/100 x 100.

Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar. Para el análisis de los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusiones

Resultados del diagnóstico aplicado en las comunidades La Nueva y El Rosario, Copainalá, Chiapas, México.

El diagnóstico en el Rosario, Copainalá, Chiapas, México, indicó que los encuestados no emplean plantas para el manejo de insectos-plaga por lo que no se prosiguió a aplicar las demás preguntas de la encuesta.

Setenta por ciento de las personas encuestadas respondieron que, si utilizan plantas para el manejo de insectos plaga, mencionando las especies como son el: epazote (25%), ocote (25%) higuierilla (25%) hierba santa (12.5%) y cola de caballo (12.5%). De las cuales las partes que utilizan son el tallo (37.5%), toda la planta (37.5%) y hojas el 25%. La forma en que lo preparan es de manera líquida el 12.5%, secando la planta y pulverizando 25% y el 62.5% utiliza toda la planta o parte de ella sin transformarla. Aplicándolas en cantidades de 100 g, 500 g y 1 kg. La forma en que lo aplica 62.5% de los productores es dentro de los costales, 25% mezclado con el grano de maíz en forma de pulverizados y 12.5% en forma de aspersiones. Coincidiendo los encuestados en que estas especies las utilizan para el manejo del gorgojo en los granos del maíz; obteniendo efectos positivos contra este insecto plaga (Figura 1).

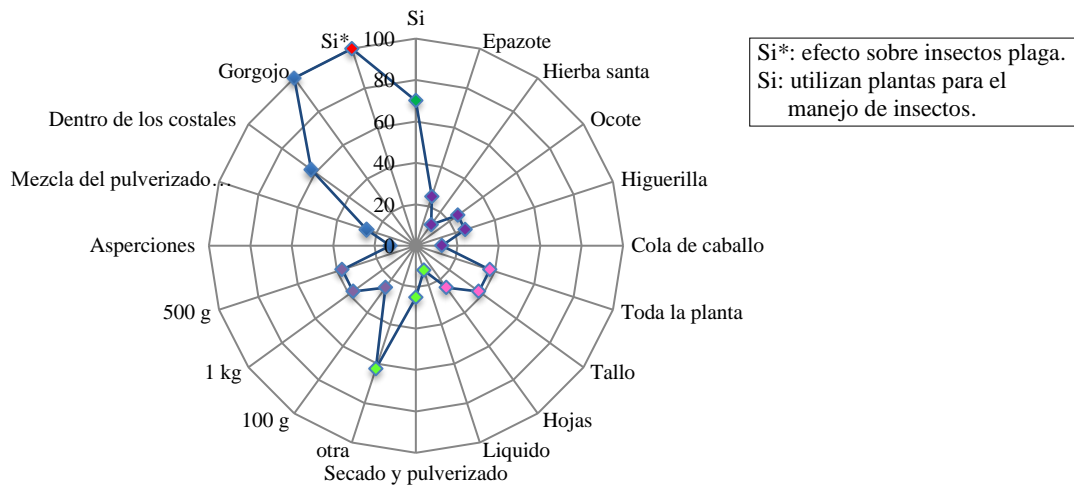


Figura 1. Datos obtenidos a partir de la aplicación de una encuesta en la comunidad La Nueva, Copainalá, Chiapas.

Fase de laboratorio

Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motschulsky

La Figura 2, muestra los porcentajes de mortalidad de *S. zeamais* esto por la acción de los pulverizados de Hierba santa, epazote, higuierilla, ocote y cola de caballo a diferentes concentraciones. Después de haber realizado el análisis de varianza y comparación de medias por Tukey al 5%, el testigo químico (fosforo de aluminio $0.003 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de maíz) presento una mayor mortalidad (96.7%). En cuanto a los pulverizados, higuierilla al 4% mostro un mayor efecto en la mortalidad (53.3%). Por otra parte, Iannacone y Quispe (2004) mencionan que al aplicar *Chenopodium quinua* vía extracto clorofórmico al 7.5% se obtiene 100% de mortalidad a las 48 h de exposición de los gorgojos al extracto. Juárez *et al.* (2010) al evaluar polvos de asteráceas encontraron que cuando se utiliza hojas de *Chrysactinia mexicana* y *Zinnia peruviana* se obtienen mortalidades de 98 y 88.1% de gorgojos en el grano de maíz respectivamente, siendo estos los mejores tratamientos.

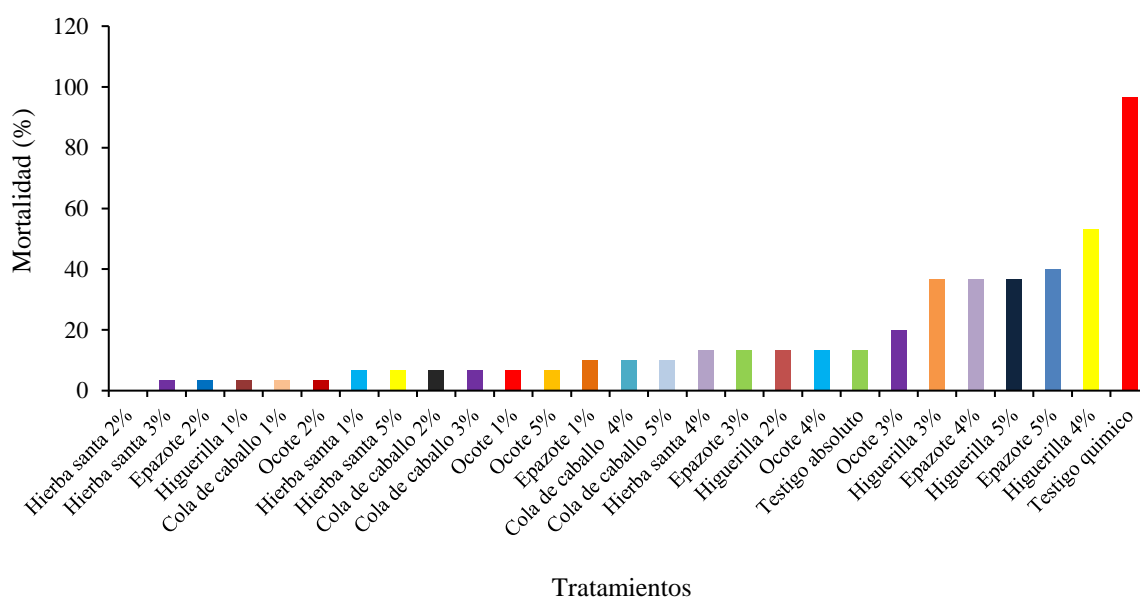


Figura 2. Efecto de los pulverizados de plantas, en la mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en laboratorio.

Repelencia de *Sitophilus zeamais* Motschulsky

Los tratamientos evaluados y sus respectivos resultados se muestran en el Cuadro 2. En este cuadro se puede apreciar que epazote al 1% e higuierilla al 3 y 4% tuvieron un índice de repelencia de 0.95, siendo este índice < 1 ; lo cual indica que estos tres tratamientos presentan repelencia sobre gorgojos de maíz. En el resto de los pulverizados el $IR=1$ indicando que el efecto es neutro; es decir, que no es atrayente ni repelente. González *et al.* (2011) al utilizar polvos de *Lonchocarpus punctatus* de las diferentes estructuras vegetales estudiadas: tallos, hojas y frutos mostraron efecto repelente alcanzando valores por debajo de la unidad para todas ellas.

Cuadro 2. Efecto de los pulverizados de plantas, en la repelencia de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en laboratorio.

Tratamientos	Índice de repelencia	Ecuación: IR= Neutro, IR>1, IR<1
Hierba santa 1%	1	Neutro
Hierba santa 2%	1	Neutro
Hierba santa 3%	1	Neutro
Hierba santa 4%	1	Neutro
Hierba santa 5%	1	Neutro
Epazote 1%	0.95	Repelente
Epazote 2%	1	Neutro
Epazote 3%	1	Neutro
Epazote 4%	1	Neutro
Epazote 5%	1	Neutro
Higuerilla 1%	1	Neutro
Higuerilla 2%	1	Neutro
Higuerilla 3%	0.95	Repelente
Higuerilla 4%	1	Neutro
Higuerilla 5%	0.95	Repelente
Cola de caballo 1%	1	Neutro
Cola de caballo 2%	1	Neutro
Cola de caballo 3%	1	Neutro
Cola de caballo 4%	1	Neutro
Cola de caballo 5%	1	Neutro
Ocote 1%	1	Neutro
Ocote 2%	1	Neutro
Ocote 3%	1	Neutro
Ocote 4%	1	Neutro
Ocote 5%	1	Neutro
Testigo absoluto	1	Neutro
Testigo químico (fosfuro de aluminio)	1	Neutro

Sin embargo, las hojas lograron menor valor, dado a que existió marcada diferencia en el número de insectos presentes en el testigo y el tratamiento 76 y 24%, respectivamente. Este efecto repelente pudo estar determinado por la presencia de metabolitos secundarios, sustancias volátiles que pueden estar presentes en las partes estudiadas. Cuando estas sustancias son detectadas por los insectos, ejercen efecto en la conducta de los mismos y provocan la migración a otros lugares. El contenido de estas sustancias en la planta puede tener variaciones según la época y las estructuras vegetales utilizadas (Pérez *et al.*, 2007).

Fase de almacenamiento

Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motschulsky

En la Figura 3 se puede apreciar el porcentaje de mortalidad de cada uno de los tratamientos. Fosfuro de aluminio presenta una mortalidad de 7.2%, higuierilla 6.4% y el testigo absoluto 4.9%. Después de realizar el análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey al 5% no se encontraron diferencias significativas. Gómez *et al.* (2009) utilizando hojas de chan (*Hyptis suaveolens*) para el control de *S. zeamais* encontró que a concentraciones de 25% de hoja seca la mortalidad es 22.13% esto a los cinco días de la aplicación. En el caso de Hincapié *et al.* (2008) al hacer aplicaciones de extractos utilizando semillas de *Annona muricata* obtenido con acetato de etilo a una concentración del 5 000 ppm. sobre *S. zeamais* se obtiene mejor actividad insecticida al tratar los granos de maíz con una mortalidad del 97% a las 72 h de la aplicación del tratamiento. De acuerdo al criterio señalado por Lagunés (1994), califica como prometedor al polvo vegetal que supere 50% de mortalidad.

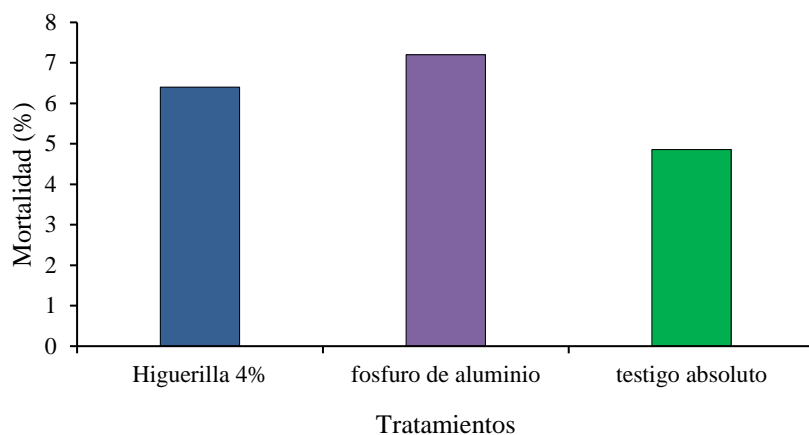


Figura 3. Mortalidad de *Sitophilus zeamais* Motschulsky después de la aplicación del pulverizado de higuierilla al 4%.

Porcentaje de germinación antes de la aplicación de los tratamientos

La germinación de los granos antes de la aplicación de los tratamientos fue de 100% en todas las unidades experimentales.

Porcentaje de germinación después de la aplicación de los tratamientos

La aplicación de higuierilla al 4% y fosfuro de aluminio no generó diferencias respecto al testigo absoluto (germinación de la semilla de 86.3, 84 y 79.7%) (Figura 4). Esto significa que ninguno de los tratamientos incorporados al almacenaje de maíz, influyo drásticamente en la germinación de los granos almacenados. Destacando que la higuierilla no afecto la germinación. Moreno (1996) menciona que la calidad de la semilla para germinar y producir una plántula normal es el principal atributo a considerar. Por otra parte, el potencial de germinación se puede ver afectado por diferentes factores bióticos, abióticos y de manejo, de ahí que el afán de encontrar productos para el control de plagas y enfermedades de los granos almacenados puede ser el factor de la baja de

germinación. Una semilla comercial con buenos porcentajes de germinación oscila entre 90 y 100%. En un estudio realizado por Cerna *et al.* (2010) utilizando aceite de ricino, encontró porcentajes de germinación que va de 78 al 90%.

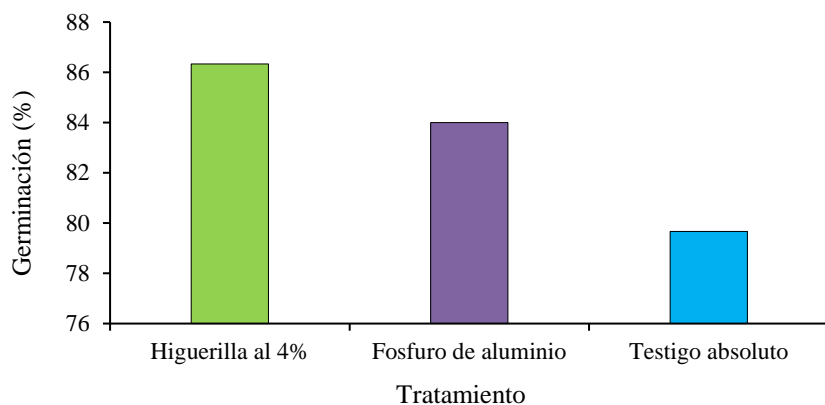


Figura 4. Porcentaje de germinación de los granos de maíz después de la aplicación de pulverizado de higuierilla al 4% para el manejo de *Sitophilus zeamais* Motschulsky.

Granos dañados

El conteo de granos dañados se realizó a los tres meses de haber puesto en marcha el experimento esto en cada una de las unidades experimentales (Figura 5), teniendo como resultado que en la aplicación de fosforo de aluminio presentó 20% de granos dañados, seguido de higuierilla al 4% con un valor 24% de granos afectados por la plaga del gorgojo; no presentándose diferencia significativa entre estos mientras que el testigo absoluto presentó un porcentaje de granos dañados de 58.7 mostrando diferencias significativas este con respecto a los tratamientos. En evaluaciones con insecticidas naturales Cuevas y Romero (2008) obtuvieron resultados prometedores al utilizar cal ocupando el primer lugar siguiéndole el desempeño de la *Valeriana officinalis* y *Argemone ochroleuca* L.

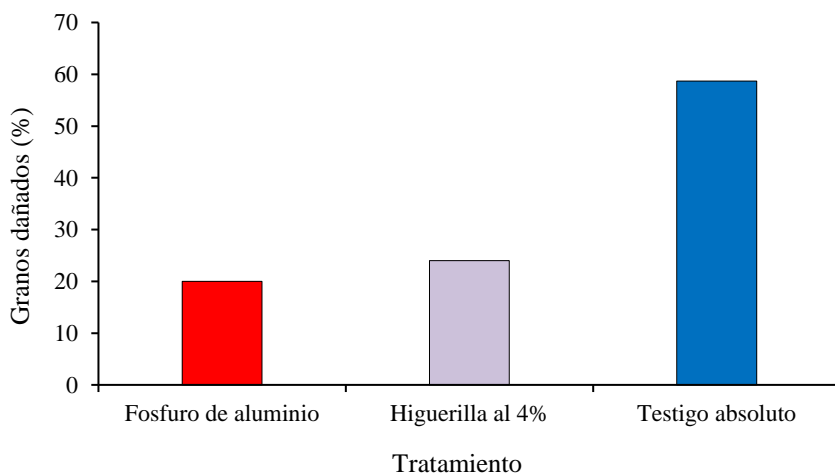


Figura 5. Porcentaje de grano dañado por efecto de higuierilla 4% en el manejo de *Sitophilus zeamais* Motschulsky.

Pérdida de peso del grano

Después de realizar el análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey al 5% en la Figura 6 se muestra que existen diferencias estadísticas entre el testigo químico con respecto al pulverizado de higuierilla al 4% y el testigo absoluto. Teniendo menor pérdida de peso en fosforo de aluminio (0.33 kg) seguido de higuierilla al 4% con 0.97 kg. Perdiendo mayor peso en el testigo (2 kg). Aslam *et al.* (2002) utilizando *Syzygium aromaticum* y *Piper nigrum* contra *Callosobruchus chinensis* obtuvieron una baja pérdida de peso, la cual se podría deber a la mortalidad temprana de los insectos con una consecuente menor oviposición por grano.

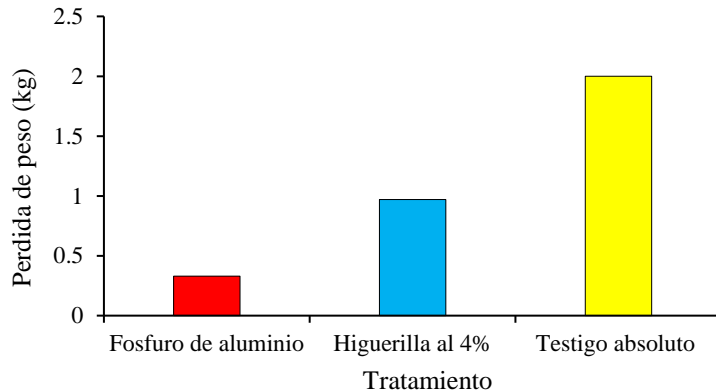


Figura 6. Efecto del pulverizado de higuierilla para el manejo de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en la reducción del peso de maíz.

Silva *et al.* (2003) al realizar pruebas con polvos de *Chenopodium ambrosoides* al 1% (p/p), presentaron una pérdida de peso de 0.2% y de 6.3%, respectivamente, estadísticamente diferentes al testigo en ambos casos. Con polvos de semillas y tallos de una especie de la familia Fabacea González *et al.* (2009) mencionan que se obtienen menores pérdidas de peso con valores de 9.63 y 9.89%, respectivamente. Vendramim y Castiglioni, (2000) mencionan que la pérdida de peso puede ser consecuencia del efecto insecticida en el adulto o el regulador del crecimiento; también puede deberse al efecto antialimentario de los metabolitos presentes en los polvos vegetales estudiados.

Conclusiones

La aplicación del pulverizado de higuierilla tiene efectos de mortalidad al ser aplicada al 4% y repelencia al 3 y 5% en condiciones de laboratorio. Mientras que en condiciones de almacenamiento no existieron diferencias lo cual pudo deberse a la pérdida de efectividad de los metabolitos activos de *R. communis* L.

Literatura citada

Altieri, M. y Nicholls C. I. 2000. Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie de textos básicos para la formación ambiental. Primera edición. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. 250 p.

- Aslam, M. K.; Ali, K. and Bajwa, M. 2002. Potency of some spice against *Callosobrochus chinensis* Linnaeus. Online J. Biol. Sci. 2:449-452.
- Casal, J. y Mateu, E. 2003. Tipos de muestreo. Rev. Epidem. Med. Prev. 1:3-7.
- Cerna, Ch. E.; Landeros, F. J.; Ochoa, F. Y.; Guevara, A. L.; Badii, Z. M. y Olalde, P. V. 2010. Evaluación de aceites y extractos vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* y su efecto en la calidad de la semilla de maíz. Rev. FCA. 42:135-145.
- Cuevas, S. M. y Romero, N. C. 2008. Insecticidas naturales para el control de la principal plaga de maíz, frijol y garbanzo almacenado. Inv. Agr. 5(2):117-126.
- FND. 2014. Panorama del maíz. Mayo. 2 p.
- González, S; Pino, O; Herrera, R; Valenciaga, N; Fortes, D; Sánchez, Y. 2009. Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de una especie de la familia Fabácea. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 43:321-325.
- Gómez, P. M.; Lacayo, M. J.; Rosales, R. M. 2009. Hojas de chan (*Hyptis suaveolens*) para el control de *Sitophilus zeamais* y *Zabrotes subfasciatus*. Agron. Mesoam. 20(2):263-273.
- González, S.; Pino, O.; Herrera, S. R.; Valenciaga, N.; Fortes, D. y Sánchez, Y. 2011. Potencialidades de los polvos de *Lonchocarpus punctatus* en el control de *Sitophilus zeamais*. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 45:89-94.
- Hincapié, L. L. C.; Lopera, A. D. y Ceballos, G. M. 2008. Actividad de insecticida de extractos de semilla de *Annona muricata* (Anonacea) sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Rev. Colomb. Entomol. 34(1):76-82.
- Iannacone, J. y Quispe, C. 2004. Efecto insecticida de dos extractos vegetales sobre el gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Mostchulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae) Rev. Per. Ent. 44:81-87.
- Juárez, F. B.; Jasso P. Y. y Aguirre R. J. 2010. Efectos de polvos de asteráceas sobre el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Mostchulsky). Polibotánica. 30:123-135.
- Lagunés, A. 1994. Extractos de polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memoria. Colegio de Posgraduados/USAID- CONACYT- BORUCONSA. Montecillo. Texcoco, Estado de México. 32 p.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Editorial LITO RODA Tercera edición. México, D. F. 393 p.
- Mazzonetto, F. 2002. Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col: Bruchidae). Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 134 p.
- Pérez, F.; Silva, G. y Tapia, R. 2007. Variación anual de las propiedades insecticidas de *Peumus boldus* sobre *Sitophilus zeamais*. Pesq. Agrop. Bras. 42:633.
- Silva, G.; Lagunés, A. y Rodríguez, J. C. 2003. Control de *Sitophilus zeamais* (coleóptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbono de calcio en maíz almacenado. Cien. Inv. Agr. 30:153-160.
- Silva, G. y Hepp, R. 2004. Oportunidad de los plaguicidas de origen vegetal en la agricultura chilena In: Memoria Seminario Internacional: Alternativas ecológicas para el control de plagas y enfermedades agrícolas. Noviembre 5, 2004. Universidad de concepción, Chillán. Chile. 530-532 pp.
- Vendramim, J. D. y Castiglioni, E. 2000. Aleloquímicos, resistentes y plantas insecticidas. In: Guedes, J. C.; Drester da Costa, I. y Castiglioni, E. Base y técnicas de manejo de insectos. Santa María: UFSN/CCR/DFS: Palloti. Brasil, Cap. 8. 113 p.