

## Efectividad de polvos vegetales sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky Coleoptera: Curculionidae\*

## Effectiveness of vegetable powders on adults of *Sitophilus zeamais* Motschulsky Coleoptera: Curculionidae

Héctor Quiñones Dena<sup>1§</sup>, Mariano Flores Davila<sup>2§</sup>, Ernesto Cerna Chávez<sup>2</sup>, Luis Alberto Aguirre Uribe<sup>2</sup>, Jerónimo Landeros Flores<sup>2</sup>, Yisa María Ochoa Fuentes<sup>2</sup> y Gustavo Alberto Frías Treviño<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. CP. 25315. Tel. y Fax. (844) 4110226. <sup>2</sup>Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. CP. 25315. Tel. y Fax. (844) 4110226. <sup>3</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. CP. 25315. Tel. y Fax. (844) 4110226. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: hectorqd68@gmail.com.

### Resumen

El maíz es el cultivo de mayor importancia en México debido a sus variados usos, tales como alimento para consumo humano y animal, extracción de aceites y otros derivados, entre otros. Este cultivo al igual que muchos otros, presenta problemas fitosanitarios de enfermedades y plagas entre las cuales destaca el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), considerada una de las plagas más importantes de grano almacenado. Para su control se han utilizado insecticidas químicos, lo cual ha ocasionado problemas de resistencia, contaminación del ambiente y residuos en alimentos almacenados. Una alternativa a este problema es el uso de productos biorracionales derivados de plantas, que generalmente son biodegradables, no producen desequilibrio en el ecosistema ni efectos a la salud. En la presente investigación se evaluaron nueve polvos vegetales sobre la mortalidad de adultos de *S. zeamais*, en concentración de 1, 2 y 3 g de cada uno de ellos por cada 0.5 k de granos de maíz. Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones. La mayor mortalidad se obtuvo con el tratamiento a base de tres gramos para todos los tratamientos, siendo la pimienta negra y la ruda los que presentaron mayores porcentajes de

### Abstract

Maize is the most important crop in Mexico due to its varied uses, such as food for human and animal consumption, extraction of oils and other derivatives, among others. This crop, like many others, presents phytosanitary problems of diseases and pests, among which is the corn weevil (*Sitophilus zeamais*), considered as one of the most important stored grain pests. Chemical insecticides have been used for its control, which has caused problems of resistance, contamination of the environment and residues in stored foods. An alternative to this problem is the use of biorrational products derived from plants, which are generally biodegradable, do not produce ecosystem disequilibrium nor effects to health. In this investigation, nine plant powders were evaluated on the mortality of *S. zeamais* adults, in concentration of 1, 2 and 3 g of each of them for each 0.5 k of corn grains. A completely randomized design with 10 treatments and three replicates was used. The highest mortality was obtained with the treatment based on three grams for all treatments, with black pepper and ruda having the highest mortality rates with 68.84 and 60.42%, respectively, while the other treatments showed mortalities less than 50%.

\* Recibido: febrero de 2017  
Aceptado: abril de 2017

mortalidad con 68.84 y 60.42% respectivamente, mientras que los demás tratamientos mostraron mortalidades menores al 50%.

**Palabra clave:** gorgojo del maíz, granos almacenados, insecticidas botánicos, polvos vegetales.

El maíz a nivel mundial, es una de las especies con una gran diversidad biológica, ocupando el tercer en importancia en cuanto a superficie sembrada solo después de los cultivos de trigo y el arroz (SAGARPA-SIAP, 2014). México está catalogado como en el séptimo productor de maíz del mundo, actualmente produce 23 273 256.54 millones de toneladas de granos de esta especie sobre una superficie de 7 426 412.19 hectáreas equivalente a 3% de la producción mundial (SAGARPA-SIAP, 2014).

El maíz es el cultivo más importante de México ya que es utilizado para consumo humano, animal e industrial. (SAGARPA-SIAP, 2014).

Diversos factores contribuyen a las pérdidas en poscosecha de este grano, estimándose que de 5-10% de la producción mundial se pierde a causa de las plagas, lo que equivale a la cantidad de grano necesario para alimentar a 130 millones de personas anualmente (Casini *et al.*, 2008). El gorgojo del maíz *S. zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) es considerado una de las plagas más importantes que afectan al grano de este cultivo cuando está almacenado; en América Latina, entre 30 y 40% de la producción de maíz se pierde durante su almacenamiento. Cerna *et al.* (2010); Lagunes (1994) mencionan que *S. zeamais* es una de las especies de gorgojos que más pérdidas causa en granos almacenados en el mundo; su control se basa principalmente en productos sintéticos, que con el paso del tiempo resultan menos efectivos.

Para minimizar estas pérdidas, normalmente se utilizan pesticidas químicos, donde se utilizan mezclas de insecticidas y fungicidas con el fin de proteger a las semillas durante su almacenamiento; sin embargo, los productos químicos y las dosis aplicadas pueden causar toxicidad a la semilla, así mismo, con frecuencia conducen a problemas de resistencia, contaminación del ambiente y residuos en alimentos (Silva *et al.*, 2003). Una alternativa a este problema es el uso de productos naturales derivados de plantas, que generalmente son biodegradables y no producen desequilibrio en el ecosistema (Iannacone *et al.*, 2001; Iannacone *et al.*, 2003). Por tal razón y con el propósito de contribuir en la búsqueda de productos naturales, se evaluaron nueve polvos

**Keywords:** botanical insecticides, corn weevil, stored grains, vegetable powders.

Worldwide, maize is one of the species with a great biological diversity, occupying the third in importance in area planted only after wheat and rice crops (SAGARPA-SIAP, 2014). Mexico is ranked as the seventh largest producer of maize in the world, currently producing 23 273 256.54 million tons of grains of this species on an area of 7 426 412.19 hectares equivalent to 3% of world production (SAGARPA-SIAP, 2014).

Maize is the most important crop in Mexico as it is used for human, animal and industrial consumption. (SAGARPA-SIAP, 2014).

Several factors contribute to the post-harvest losses of this grain, with 5-10% of world production being lost due to pests, which is equivalent to the amount of grain needed to feed 130 million people annually (Casini *et al.*, 2008). *S. zeamais* maize weevil (Coleoptera: Curculionidae) is considered one of the most important pests that affect the grain of this crop when it is stored; in Latin America, between 30 and 40% of maize production is lost during storage. Cerna *et al.* (2010); Lagunes (1994) mention that *S. zeamais* is one of the species of weevils that causes more losses in grains stored in the world; its control is mainly based on synthetic products, which are less effective as time goes by.

To minimize these losses, chemical pesticides are commonly used, where mixtures of insecticides and fungicides are used in order to protect the seeds during storage; however, chemical products and applied doses can cause seed toxicity, as well as frequently leading to resistance problems, environmental contamination and residues in food (Silva *et al.*, 2003). An alternative to this problem is the use of natural products derived from plants, which are generally biodegradable and do not produce imbalance in the ecosystem (Iannacone *et al.*, 2001; Iannacone *et al.*, 2003). For this reason and in order to contribute to the search for natural products, nine vegetable powders were evaluated against the attack of *S. zeamais* adults in stored maize, looking for an alternative in the control of stored grain pests.

The study was carried out in the laboratory of Toxicology of the Department of Parasitology of the Autonomous University of Agraria Antonio Narro.

vegetales contra el ataque de adultos de *S. zeamais* en maíz almacenado, buscando así una alternativa en el control de plagas de granos almacenados.

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

El material vegetal utilizado fue proporcionado por el laboratorio de toxicología, cada especie vegetal (Cuadro 1) fue pulverizada por separado en un molino eléctrico y después se filtraron con un tamiz de 250 µm para lograr un polvo fino y homogéneo. Se almacenaron a temperatura ambiente en bolsas ziploc identificándolas según la especie de la planta.

Como sustrato se utilizó maíz blanco almacenado de características blando a semicristalino producido en el sureste de Coahuila en el ciclo primavera-verano 2014, libre de tratamientos químicos e impurezas.

The plant material used was provided by the toxicology laboratory, each plant species (Table 1) were separately sprayed on an electric mill and subsequently filtered with a 250 µm sieve in order to achieve a fine and homogeneous powder. Finally, they were stored at room temperature in ziploc bags identifying them according to the species of the plant in question.

As a substrate, white maize was stored with soft to semi-crystalline characteristics produced in the southeast of Coahuila in the spring-summer 2014 cycle, free of chemical treatments and impurities.

The methodology proposed by Lagunes and Rodríguez (1989) with slight modifications was used, which consisted of placing 300 g of maize with the doses of 1, 2 and 3 g of vegetable powder in 500 ml plastic containers to make a mixture of each treatment. After mixing, each container was infested with 30 adult *S. zeamais* insects.

**Cuadro 1. Especies vegetales evaluadas para el control de *Sitophilus zeamais* Motsch., en granos de maíz almacenado.**

**Table 1. Vegetable species evaluated for the control of *Sitophilus zeamais* Motsch., in grains of stored maize.**

Nombre Científico	Familia	Nombre común	Dosis (gramos)
<i>Allium sativum</i> L.	Amaryllidaceae	Ajo	1, 2, 3
<i>Cinnamomum verum</i> J.	Lauraceae	Canela	1, 2, 3
<i>Capsicum annuum</i> L.	Solanaceae	Chile	1, 2, 3
<i>Syzygium aromaticum</i> L.	Myrtaceae	Clavo	1, 2, 3
<i>Mentha piperita</i> L.	Lamiaceae	Menta	1, 2, 3
<i>Piper nigrum</i> L.	Piperaceae	Pimienta negra	1, 2, 3
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Labiatae	Romero	1, 2, 3
<i>Ruta graveolens</i> L.	Rutaceae	Ruda	1, 2, 3
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Lamiaceae	Tomillo	1, 2, 3

Se utilizó la metodología propuesta por Lagunes y Rodríguez (1989) con ligeras modificaciones, la cual consistió en colocar 300 g de maíz con las dosis de 1, 2 y 3 g de polvo vegetal en recipientes de plástico de 500 ml para realizar una mezcla de cada tratamiento. Una vez realizada la mezcla, se procedió a infestar cada recipiente con 30 insectos adultos de *S. zeamais*.

Para determinar el efecto de los polvos en cada tratamiento se midió la variable mortalidad, la cual se evaluó a los 15 días después de exponer los insectos al maíz tratado. Se

In order to determine the powders effect on each treatment, the variable mortality was measured, which was evaluated 15 days after exposing the insects to treated maize. The living and dead adults of each treatment were quantified according to whether or not they showed coordinated movements at the touch of a dissecting needle (FAO, 1980).

The statistical model consisted of a completely randomized model with 10 treatments and 3 replicates and a total of 30 experimental units, including the control. With the results obtained and observing that the control showed no more than

cuantificaron los adultos vivos y muertos de cada tratamiento según mostraran o no movimientos coordinados al toque de una aguja de disección (FAO, 1980).

El modelo estadístico consistió en un modelo completamente al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones y un total de 30 unidades experimentales, incluyendo el testigo. Con los resultados obtenidos y observando que el testigo no presentó más de 12% de mortalidad, se realizó la corrección de mortalidad (MC) utilizando la fórmula de Abbott (1925):  $MC = ((\% \text{muertos} - \% \text{testigo}) / (100 - \% \text{testigo})) * 100$ , para su normalización los valores porcentuales se transformaron a  $\arcseno \sqrt{x/100}$ . Posteriormente se sometieron a análisis de varianza (Anova) para indicar la diferencia entre los tratamientos y se aplicó la prueba Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para la separación de las medias, para lo cual se utilizó el software Statistical Analysis System (SAS, 2002).

Los resultados del porcentaje de mortalidad de los polvos sobre *S. zeamais* se muestran en la Cuadro 2, de acuerdo con lo propuesto por Lagunes (1994), quien señala como prometedores sólo aquellos tratamientos con una mortalidad superior al 50%, se puede señalar que dos de los nueve polvos evaluados cumplen con este criterio. Los mejores resultados se obtuvieron con los polvos de pimienta negra y ruda con porcentajes de mortalidad de 68.84 y 60.42, respectivamente.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo señalado por Salvadores *et al.* (2007) quienes reportan que las mayores mortalidades se obtuvieron con *Piper nigrum* L., con porcentajes de control entre el 65.6 y 97.6 respectivamente. Paula *et al.* (2002) mencionan que los metabolitos, piperina y piperidina, aislados, en *Piper nigrum* L., mostraron un control de 97.5%. Scott *et al.* (2004) trabajaron con tres extractos de especies de plantas de la familia piperaceae (*Piper nigrum* L.) en el control de cinco órdenes de insectos mencionando a la isobutil amina (amidas) como el metabolito secundario que actúa como neurotóxico y repelente de insectos.

Por otro lado, Park *et al.* (2002) mencionan a las amidas en el género *Piper* de la familia Piperaceae, como metabolitos secundarios con actividad insecticida-acaricida. Mientras que para el polvo *Ruta graveolens* L. (ruda) presentó un porcentaje de control de 60.42%, resultados similares a lo reportado por Silva *et al.* (2003) con 60.5% de control. Además de los tratamientos mencionados, los polvos de tomillo, menta, canela, clavo, chile, romero y ajo mostraron

12% mortality, the mortality correction (MC) was performed using the Abbott formula (1925):  $MC = ((\% \text{killed} - \% \text{control}) / (100 - \% \text{control})) * 100$ , for its normalization the percentage values were transformed to  $\arcseno \sqrt{x/100}$ . Afterwards, they were submitted to analysis of variance (Anova) to indicate the difference between the treatments and the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ) was applied for the separation of means, for which the software Statistical Analysis System (SAS, 2002) was used.

The results of the mortality rate of the powders on *S. zeamais* are shown in Table 2, as proposed by Lagunes (1994), who indicates as promising only those treatments with a mortality higher than 50%, it can be pointed out that two of the nine powders evaluated meet this criterion. The best results were obtained with black pepper powder and rude pepper with mortality rates of 68.84 and 60.42, respectively.

**Cuadro 2. Mortalidad de adultos *S. zeamais* en granos de maíz almacenados tratados con polvos vegetales a dosis de 3 g.**

**Table 2. Mortality of *S. zeamais* adults in stored maize grains treated with vegetable powders at doses of 3 g.**

Tratamiento	Media	Agrupación (Tukey)
Pimienta	68.84	A
Ruda	60.42	B
Ajo	48.91	C
Romero	46.72	C
Chile	37.98	D
Clavo	30.34	DE
Canela	27.4	EF
Menta	21.05	FG
Tomillo	18.13	G
Testigo	0.741	H

The results obtained are consistent with the findings of Salvadores *et al.* (2007) who reported that the highest mortalities were obtained with *Piper nigrum* L., with control percentages between 65.6 and 97.6 respectively. Paula *et al.* (2002) reported that the metabolites, piperine and piperidine, isolated in *Piper nigrum* L., showed a control of 97.5%. Scott *et al.* (2004) worked with three extracts of plant species of the piperaceae family (*Piper nigrum* L.) in the control of five

porcentajes de control menores al 50% lo cual concuerda con lo señalado por Silva *et al.* (2003); Salvadores *et al.* (2007); Silva *et al.* (2005); Castillo *et al.* (2012). De los tratamientos evaluados, los polvos de pimienta negra y ruda superan el umbral de mortalidad propuesto por Lagunes (1994).

## Conclusiones

El polvo de pimienta obtuvo los mejores resultados de control, al presentar una mortalidad de 68.84%. El segundo tratamiento con mejores resultados fue el polvo de ruda presentando una mortalidad 60.42%. Los tratamientos con polvo de ajo, romero, chile, clavo, canela, menta y tomillo no mostraron un alto potencial de control en las condiciones del presente estudio. Los polvos vegetales de pimienta negra y ruda a 3 g presentan un alto potencial para ser implementados en el manejo de *S. zeamais* en granos almacenados.

## Literatura citada

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticides. *Journal of Economic Entomology*. 18:265-267.
- Casini, C. y Santajuliana, M. 2008. Control de plagas en granos almacenados. <http://www.cosechaypostcosecha.org>.
- Castillo, S. L. E.; Jiménez, O. J. J. y Delgado, H. M. A., 2012. Actividad biológica *in vitro* del extracto de *Capsicum chinense* jacq contra *Bemisia tabaci* genn. Instituto Tecnológico de Tizimín. Tizimín, Yucatán, México. *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 18(3): 345-356.
- Cerna C. E.; Guevara, A. L.; Landeros F. J.; Ochoa, F. Y.; Badii, Z. M. H. y Olalde, P. V. 2010. Evaluación de aceites y extractos vegetales para el control de *Sitophilus zeamais* y su efecto en la calidad de semilla de maíz. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina.* 42(1):135-145.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1980. Recommended method for measurement of test resistance to pesticide. *Plan Production and Protection Paper*. Roma, Italy. 132 p.
- Iannacone, J. y Reyes, M. 2001. Efecto de la rotenona y neem sobre *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) y *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), plagas del tomate en Perú. *Agronomía Tropical*. 51:65-79.
- Iannacone, J. y Lamas, G. 2003. Plantas biocidas usadas en el control de la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Revista Peruana de Entomología*, 43:79-87.
- Lagunes, T. A. y Rodríguez, C. 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT/Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 147 p.
- Lagunes, T. A. 1994. Extractos de polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Colegio de Posgraduados. México. 35 p.

orders of insects mentioning the isobutyl amine (amides) as the secondary metabolite that acts as neurotoxic and insect repellent.

On the other hand, Park *et al.* (2002) mention amides in the genus *Piper* of the family Piperaceae, as secondary metabolites with insecticidal-acaricidal activity. *Ruta graveolens* L. (ruda) presented a control percentage of 60.42%, similar to that reported by Silva *et al.* (2003) with 60.5% control. In addition to the above mentioned treatments, the thyme, mint, cinnamon, clove, chilli, rosemary and garlic powders showed control percentages lower than 50%, which agrees with Silva *et al.* (2003); Salvadores *et al.* (2007); Silva *et al.* (2005); Castillo *et al.* (2012). Of the evaluated treatments, black pepper and ruda powder exceeded the threshold of mortality proposed by Lagunes (1994).

## Conclusions

The pepper powder obtained the best control results, presenting a mortality of 68.84%. The second treatment with the best results was ruda powder presenting a mortality of 60.42%. The treatments with garlic, rosemary, chili, clove, cinnamon, mint and thyme powder did not show a high control potential in the conditions of this research. The vegetable powders of black pepper and ruda to 3 g present a high potential to be implemented in the handling of *S. zeamais* in stored grains.

*End of the English version*



- Park, B.S.; Lee, S. E.; Choi, W. S.; Jeong, C. Y.; Song, C. y Cho, K. Y. 2002. Insecticidal and acaricidal activity of piperonaline and piperocetadecalidine derived from dried fruits of *Piper longum* L. *Crop Protection Elsevier Science*. 21: 249-251.
- Paula, V.; Barbosa, L. C.; Demuner, A.; Piloveloso, D. y Pincanco, M. 2000. Synthesis and insecticidal activity of new amide derivatives of piperine. *Universidad Federal de Vicosa. Pest Management Science. Vicosa, Brasil.* 56:168-174.
- SAS (Statistical Analysis System) Institute. 2002. SAS Systems for information delivery for Windows. Release 9.0. Cary, North Caroline. USA.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SAGARPA-SIAP) 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pecuaria. México.

- Salvadores, U. J. Silva, G.; Tapia, V. M. y Hepp, G. R. 2007. Polvos de especias aromáticas para el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en trigo almacenado. Chillan, Chile. Agricultura Técnica. 67:147-158.
- Silva, G.; Lagunes, T. A. y Rodríguez, J. C. 2003. Control de *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. Ciencia e Investigación Agraria. 30:153-160.
- Silva, G.; Orrego, O.; Hepp, R. y Tapia, M. 2005. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. Chillán, Chile. Pesq. Agrop. Bras. 40(1):11-17.
- Scott, I. M. H.; Jensen, R.; Nicol, L.; Lesage, R.; Bradbury, P.; Sánchez, V. L.; Poveda, J. T. Arnason, B. J. R. P. 2004. Efficacy of piper (Piperaceae) extracts for control of common home and garden insect pests. J. Econ. Entomol. 97(4):1390-1403.