

POLVOS DE ESPECIES VEGETALES PARA EL CONTROL DE *Sitophilus zeamais* Motschulsky (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Carlos Granados-Echegoyen^{1,2}✉, Benjamín Otto Ortega-Morales², Manuel Jesús Chan-Bacab²,
María Manuela de Jesús Reyes Estébanez² y Juan Carlos Camacho-Chab²

¹Cátedras CONACYT. Centro de Estudios en Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU). Universidad Autónoma De Campeche. Av. Agustín Melgar S/N. Colonia Buenavista. C. P. 24039, San Francisco de Campeche, Campeche; México.

²Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología (DEMAB). Universidad Autónoma De Campeche. Av. Agustín Melgar S/N. Colonia Buenavista. C. P. 24039, San Francisco de Campeche, Campeche; México.

✉ Autor de correspondencia: granados.echegoyen@yahoo.com

RESUMEN. Se evaluaron polvos vegetales de cuatro plantas con el objetivo de determinar el índice de selección y mortalidad sobre *Sitophilus zeamais*. A los 15 días el polvo vegetal de *Cymbopogon citratus* presentó entre el 40 y 70 % de mortalidad, mientras que *Datura stramonium* a concentraciones de 0.03 y 0.04 (p/p) mostró más del 50 % e índice de selección menor a uno (repelencia). El gorgojo es susceptible a *Hyptis verticillata* a partir de las 24 h mostrando un incremento significativo de mortalidad del 20 % para el primer día a 60 % de a los 15 días; esta especie vegetal actúa como atrayente en todas sus concentraciones, a excepción de la más baja. *Mentha pulegium* a 0.03 (p/p) de concentración presentó mortalidad de 30 %, y al emplear la concentración al 0.04 logró registrar más del 40 % a los 10 días, y un incremento significativo a los 15 días al presentar mortalidad de 63.33 y 81.67 % respectivamente. La selección del gorgojo del maíz se vio afectada por los polvos de *C. citratus*, *D. stramonium* y *M. pulegium*, que actuaron como repelente en todas las concentraciones evaluadas. A excepción de *H. verticillata* que actuó como atrayente. Se demuestra el potencial insecticida *C. citratus*, *D. stramonium*, *H. verticillata* y *M. pulegium* para considerarse como una alternativa de control del gorgojo del maíz en granos almacenados.

Palabras clave: Gorgojos, maíz, susceptibilidad, polvos, especies vegetales.

Powders of plant species for the control of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae)

ABSTRACT. Vegetable powders of four plants was evaluated with the objective to determine the index of selection and mortality on *Sitophilus zeamais*. At 15 days the powder plant of *Cymbopogon citratus* presented between 40-70% of mortality, whereas that *Datura stramonium* at concentrations of 0.03 and 0.04 (w/w) showed more than 50% and less than one of selection index (repellency). The weevil is susceptible to *Hyptis verticillata* from 24 h showing a significant increase from 20% of mortality for the first day to 60% within 15 days; this plant species acts as an attractant in all their concentrations, with the exception of the lowest. *Mentha pulegium* to 0.03 (w/w) concentration presented 30% mortality, and to use the concentration to the 0.04 managed to register more than 40% for 10 days, and a significant increase at 15 days to submit 63.33 and 81.67% mortality respectively. Selection of maize weevil was affected by the powder of *C. citratus*, *D. stramonium* and *M. pulegium*, who acted as a repellent at all concentrations evaluated. With the exception of *H. verticillata* that acted as attractive. There is demonstrated the insecticide potential of *C. citratus*, *D. stramonium*, *H. verticillata* and *M. pulegium* to be considered to be an alternative of control of the maize weevil in stored grains.

Keywords: Weevils, maize, susceptibility, powders, plant species.

INTRODUCCIÓN

De las plagas asociadas a los granos almacenados, el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* se considera la plaga que más daño puede provocar. El ataque de esta especie comienza en campo y si en el almacenaje no se toman medidas de control, aproximadamente en seis meses, puede

ocasionar la destrucción de los granos en un 90 a 100 % (Pizarro *et al.*, 2013). Como una medida para reducir la infestación de plagas en granos almacenados, los agricultores han dependido en gran medida del uso de insecticidas sintéticos, sin embargo, estos compuestos resultan perjudiciales para la salud humana; además favorecen la resistencia de insectos a dichos compuestos, impulsando el uso de dosis cada vez mayores o de productos más tóxicos. Estos problemas han motivado la búsqueda de métodos alternativos al control químico como son los productos naturales, entre los que destacan los polvos de especies vegetales que actúan como insecticidas (Roel y Vendramim, 2006). Se seleccionaron cuatro especies vegetales que han sido reportadas con potencial para el control de insectos plaga en diversas fracciones (extractos vegetales, aceites esenciales, volátiles e hidrolatos), pero que no han sido evaluadas como polvos sobre el gorgojo del maíz en granos almacenados, tal es el caso de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (Poaceae) que ha sido evaluado sobre *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) en forma de aceite esencial (Olivero-Verbel *et al.*, 2010), el extracto etanólico de *Datura stramonium* L. (Solanaceae) para determinar la actividad sobre la *Tetranychus urticae* (Koch) (Kumral *et al.*, 2010), el aceite esencial de *Hyptis verticillata* Jacq. (Lamiaceae) que ha sido reportada con acción tóxica sobre el gorgojo del camote *Cylas formicarius elegantulus* Summer (Coleoptera: Curculionidae) (Facey *et al.*, 2005) y el aceite esencial de *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae) contra *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) (Pavlidou *et al.* 2004). Por estas razones el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de polvos vegetales de *C. citr.*, *atus*, *D. stramonium*, *H. verticillata* y *M. pulegium* sobre el gorgojo del maíz para determinar su efecto tóxico y de selección.

MATERIALES Y MÉTODO

Sitio de estudio y cría masiva del gorgojo. Se realizaron las crías masivas del gorgojo en condiciones de 25 ± 2 °C y fotoperiodo 12:12 luz/oscuridad en el laboratorio de Ciencia Básica de la universidad *NovaUniversitas*, Ocotlán de Morelos, Oaxaca; se utilizó como sustrato maíz de la variedad “Bolita” de las cosechas que se realizan en la localidad de San José de las Huertas, Ejutla de Crespo, Oaxaca.

Obtención del material vegetal. Se utilizó el follaje de las especies vegetales y este fue secado a temperatura ambiente de 25 ± 2 °C y 60 % de humedad relativa en sombra y triturado con un molino de mano. Se eligieron estas plantas por sus características externas, la ausencia de insectos herbívoros, estudios científicos previos (Olivero-Verbel *et al.*, 2010; Kumral *et al.*, 2010, Facey *et al.*, 2005, Pavlidou *et al.*, 2004) y por el uso etnobotánico y disponibilidad en la región.

Las especies vegetales fueron colectadas en la región de los Valles Centrales del estado de Oaxaca; *C. citratus* fue colectada en San Miguel, Ejutla de Crespo, sitio donde se conoce con el nombre vulgar de “te de limón”, según el Atlas de la Biblioteca Digital de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana, el uso medicinal más extendido de esta planta es para aliviar el dolor de estómago, siendo también usada para otros desórdenes del aparato digestivo, como vómito, mala digestión, diarrea y como desinflamatorio estomacal. Para el tratamiento de estos casos, se emplean las hojas en cocimiento administradas por vía oral. Otros usos medicinales la indican para la retención de orina, tos, gripa, dolor de cabeza, calentura, nervios, para detener la hemorragia vaginal, para bajar la presión y el colesterol. *D. stramonium* fue adquirida en la Colonia Santa María Tocueta, Ocotlán de Morelos donde se conoce como “Toloache” y se emplea principalmente para calmar diversos tipos de dolores reumáticos y musculares, en el tratamiento de la tos ferina se emplea para dar baños ya sea completos o de asiento, con la cocción de las hojas. Otra prescripción es como antiinflamatorio de la matriz, para ello se aplican las hojas sobre el vientre. Además es empleado en otros trastornos gineco-obstétricos, como flujo de mujeres, infecciones vaginales y para atenuar el dolor de parto. En problemas de la piel, como en la erisipela, se hace uso de las

hojas aplicándolas de forma tópica; en los granos se colocan cocidas, mientras en las paperas se ponen soasadas sobre la mejilla. También se le usa para calmar la comezón en la piel. Se reporta el efecto que esta especie tienen sobre el sistema nervioso, ya que se le emplea como tranquilizante. *H. verticillata* es conocida como “Hierba del negro” en Cerro Gordo, Miahuatlán de Porfirio Díaz y se utiliza para infecciones de la piel en general. En el caso de granos, se coloca un emplasto con las hojas molidas, y para los mezquinos y la tiña se aplica la savia directamente. Para bajar la fiebre, se frota los pies con la mezcla de petróleo y hojas machacadas. Para algunos problemas del aparato digestivo, como diarrea, se bebe el cocimiento de las ramas tiernas (cogollo), al igual que en caso de pujos por disentería, latido y contra lombrices. El cocimiento de las ramas tiernas puede usarse para calmar los cólicos menstruales, controlar la menstruación o como antiabortivo. *M. pulegium* se colecta en San Pablo Villa de Mitla donde se conoce como “Poleo” y se utiliza para padecimientos respiratorios como catarro constipado, consiste en aspirar los vapores de una cocción a la que se agrega alcohol. Contra la tos se prescribe un jarabe que se prepara hirviendo las hojas.

Mortalidad del insecto. En vasos de plástico tipo cristal con capacidad para 125 ml, se colocaron 50 g de maíz mezclándolo con 0.1, 0.5, 1, 1.5 y 2.0 g de polvo vegetal tamizado a 250 micrones, se agitó el maíz con el polvo de forma manual durante 2 min, inmediatamente se agregaron 10 insectos adultos de 10-12 días de edad sin sexar. Se contabilizó la mortalidad del gorgojo a 1, 5, 10 y 15 días, considerando insecto muerto aquel que no presentó movimientos regulares en comparación con el testigo sin aplicación (Oliveira *et al.*, 2012). La efectividad biológica de los tratamientos (mortalidad del insecto) fue expresada en porcentaje en relación a los insectos muertos o vivos en el testigo.

Bioensayos de selección. Se utilizaron cinco vasos de plástico tipo cristal con capacidad para 125 ml dispuestos en forma de “X”; el vaso central se unió con las demás por medio de tubos de plástico de 10 cm de longitud dispuesto diagonalmente. En dos extremos semejantes se colocaron los vasos con 50 g del grano de maíz con cada uno de los tratamientos vegetales, en el extremo opuesto se ubicaron los otros dos vasos con maíz sin aporte de polvo vegetal. En el vaso central se liberaron 20 insectos adultos sin sexar y con previo ayuno de 24 horas, se contabilizó el número de insectos en cada recipiente según la metodología propuesta por Mazzonetto (2002) la que menciona que para determinar el índice de repelencia se utilice la fórmula $IR = 2G / (G + P)$, donde: IR = índice de repelencia, G = porcentaje de insectos en el tratamiento, P = porcentaje de insectos en el testigo. Considerando $IR = 1$ como Neutro; $IR > 1$ como atrayente y $IR < 1$ como repelente.

Diseño experimental y análisis estadístico. El diseño fue completamente al azar con tres repeticiones. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza y comparación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$), mediante el software SAS v9.0 (SAS Inc., 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 15 días posteriores a la aplicación el polvo vegetal de *C. citratus* esta especie vegetal presentó 46.67 y 70 % de efectividad biológica con la concentración más baja evaluada (0.002 p/p) y con la más alta (0.04 p/p), respectivamente, y actuó como repelente del gorgojo ($IR < 1$). Kabera *et al.* (2011) evaluaron *C. citratus* sobre *S. zeamais* y al utilizar el aceite esencial de esta planta obtuvieron mortalidad superior a 40 %, resultado semejante (46.67 %) a lo alcanzado con la dosis baja (0.002 p/p) utilizada en nuestro estudio; lo que indica que esta especie vegetal contiene metabolitos secundarios con potencial para el control del gorgojo del maíz, aunque debe considerarse que existe variación en los porcentajes de cada uno de los elementos químicos de la planta de acuerdo a los métodos de extracción utilizados para obtener una fracción química de la planta.

El polvo vegetal de *D. stramonium* a concentraciones 0.03 y 0.04 (p/p) mostraron 53.33 y 56.67 % de mortalidad e índice de repelencia menor a uno ($IR < 1$) (Cuadro 1 y 2). Tilahun (2015) menciona que el polvo vegetal de *D. stramonium* mostró 57.56 y 49.47 % de mortalidad sobre *S. zeamais* a los 21 y 42 días respectivamente, datos que se asemejan a los resultados encontrados a los 15 días posteriores a la aplicación de tratamientos en nuestro trabajo.

Cuadro 1. Mortalidad (%) del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* tratados con polvos de especies vegetales durante 15 días.

| Especie Vegetal | Concentración (p/p) | Mortalidad (%) / día | | | |
|------------------------|---------------------|----------------------|-----------|----------|----------|
| | | 1 | 5 | 10 | 15 |
| <i>C. citratus</i> | 0.04 | 0.00 a | 36.67 a | 56.67 a | 70.00 a |
| | 0.03 | 0.00 a | 30.00 ab | 50.00 a | 60.00 a |
| | 0.02 | 0.00 a | 33.33 ab | 46.67 a | 56.67 a |
| | 0.01 | 0.00 a | 33.33 ab | 46.67 a | 60.00 a |
| | 0.002 | 0.00 a | 23.33 ab | 36.67 b | 46.67 ab |
| | Control | 0.00 a | 0.00 b | 0.00 b | 0.00 b |
| <i>D. stramonium</i> | 0.04 | 3.33 a | 33.33 a | 46.67 a | 56.67 a |
| | 0.03 | 16.67 a | 43.33 a | 43.33 a | 53.33 a |
| | 0.02 | 20.00 a | 26.67 ab | 43.33 a | 43.33 a |
| | 0.01 | 0.00 a | 33.33 a | 40.00 ab | 43.33 a |
| | 0.002 | 3.33 a | 6.67 bc | 16.67 bc | 20.00 b |
| | Control | 0.00 a | 0.00 c | 0.00 c | 0.00 b |
| <i>H. verticillata</i> | 0.04 | 20.00 ab | 36.67 ab | 53.33 a | 60.00 a |
| | 0.03 | 26.67 a | 50.00 a | 53.33 a | 56.67 a |
| | 0.02 | 16.67 ab | 23.33 abc | 40.00 ab | 43.33 ab |
| | 0.01 | 3.33 b | 6.67 bc | 13.33 ab | 20.00 bc |
| | 0.002 | 3.33 b | 13.33 bc | 16.67 ab | 16.67 bc |
| | Control | 0.00 b | 0.00 c | 0.00 b | 0.00 c |
| <i>M. pulegium</i> | 0.04 | 3.33 a | 20.00 a | 43.33 a | 81.67 a |
| | 0.03 | 1.67 a | 10.00 ab | 30.00 ab | 63.33 ab |
| | 0.02 | 1.67 a | 10.00 ab | 28.33 ab | 60.00 b |
| | 0.01 | 0.00 a | 3.33 b | 16.67 bc | 36.67 c |
| | 0.002 | 0.00 a | 0.00 b | 11.67 cd | 33.33 c |
| | Control | 0.00 a | 0.00 b | 0.00 d | 0.00 d |

p/p: Proporción peso/peso. Datos con letras distintas por especie vegetal y columna son significativamente diferentes $P < 0.05$.

Los resultados obtenidos con el polvo de *H. verticillata* indican que el gorgojo es susceptible a partir de las 24 h, mostrando un incremento significativo desde el 20 % para el primer día hasta un 60 % para los 15 días posteriores al adicionar la concentración de 0.04 (p/p), situación similar se logra apreciar para la concentración al 0.03, la cual sobrepasa el 50 % de control de la población (Cuadro 1 y 2). Es notorio que esta especie vegetal actúa como atrayente del insecto con resultados mayores a uno ($IR > 1$) en todas sus concentraciones, a excepción de la más baja. *H. verticillata* no se ha reportado como una especie vegetal con potencial de control de *S. zeamais*, pero se han realizado estudios con otras especies, tales como *H. suaveolens* y *H. spicigera* determinando la acción tóxica sobre *Sitophilus granarius* reportando mortalidad total de los insectos a las 24 horas después de la aplicación con dosis mínima de 0.4 y 0.6 μl por insecto (Conti *et al.*, 2011).

La aplicación de polvo vegetal de *M. pulegium* sobre *S. zeamais* a 0.03 (p/p) de concentración presentó datos de mortalidad del 30 %, por otra parte al emplear la concentración al 0.04 (p/p) se logró registrar más del 40% a los 10 días, observando un incremento significativo a los 15 días, al presentar mortalidad de 63.33 y 81.67 % respectivamente (Cuadro 1 y 2). Estos resultados no

coinciden con Conceição *et al.* (2010) donde comentan que polvos de *M. pulegium* sobre *S. zeamais* muestran 5 % de mortalidad después de 168 horas de exposición con una dosis al 30 %.

Cuadro 2. Índice de selección del gorgojo ante el maíz tratado con polvos de especies vegetales

| Especie Vegetal | Concentración (p/p) | Gorgojos (%) | | Índice de Selección |
|------------------------|---------------------|--------------|-----------------|---------------------|
| | | Maíz Tratado | Maíz No Tratado | |
| <i>C. citratus</i> | 0.04 | 28.33 a | 71.67 a | 0.57 |
| | 0.03 | 21.67 a | 78.33 a | 0.43 |
| | 0.02 | 23.33 a | 76.67 a | 0.47 |
| | 0.01 | 15.00 a | 85.00 a | 0.30 |
| | 0.002 | 15.00 a | 85.00 a | 0.30 |
| <i>D. stramonium</i> | 0.04 | 33.33 a | 66.67 a | 0.67 |
| | 0.03 | 25.00 a | 75.00 a | 0.50 |
| | 0.02 | 18.33 a | 81.67 a | 0.37 |
| | 0.01 | 11.67 a | 88.33 a | 0.23 |
| | 0.002 | 10.00 a | 90.00 a | 0.20 |
| <i>H. verticillata</i> | 0.04 | 63.33 a | 36.67 a | 1.27 |
| | 0.03 | 61.67 a | 38.33 a | 1.23 |
| | 0.02 | 56.67 a | 43.33 a | 1.13 |
| | 0.01 | 53.83 a | 46.17 a | 1.08 |
| | 0.002 | 48.33 a | 51.57 a | 0.97 |
| <i>M. pulegium</i> | 0.04 | 0.00 c | 100.00 a | 0.00 |
| | 0.03 | 8.33 bc | 91.67 ab | 0.17 |
| | 0.02 | 20.00 ab | 80.00 bc | 0.40 |
| | 0.01 | 16.67 abc | 83.33 bc | 0.33 |
| | 0.002 | 28.33 a | 71.67 c | 0.57 |

p/p: Proporción peso/peso. Datos con letras distintas por especie vegetal y columna son significativamente diferentes $P < 0.05$.

CONCLUSIÓN

Se demuestra el potencial insecticida de los polvos vegetales de *C. citratus*, *D. stramonium*, *H. verticillata* y *M. pulegium* para considerarse como una alternativa de control del gorgojo del maíz en granos almacenados. La selección del gorgojo del maíz se vio afectada por los polvos vegetales derivados de hojas de *C. citratus*, *D. stramonium* y *M. pulegium*, que actuaron como repelente en todas las concentraciones evaluadas. A excepción de *H. verticillata* que actuó como atrayente del insecto.

Literatura Citada

- Conceição, C., Barbosa, A., Matos, O. and A. Mexia. 2010. Potential of plant products as protectants of stored maize against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) *Julius-Kühn-Archiv*, 425: 615–621.
- Conti, B., Canale, A., Cioni, P., Flamini, G. and A. Rifici. 2011. *Hyptis suaveolens* and *Hyptis spicigera* (Lamiaceae) essential oils: qualitative analysis, contact toxicity and repellent activity against *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Dryophthoridae). *Journal of Pest Science*, 84: 219–222.
- Facey, P. C., Porter, R. B., Reese, P. B. and L. A. Williams. 2005. Biological activity and chemical composition of the essential oil from Jamaican *Hyptis verticillata* Jacq. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 4774–4777.
- Kabera, J., Gasogo, A., Uwamariya, A., Ugirishuti, V. and P. Nyetera. 2011. Insecticidal effects of essential oils of *Pelargonium graveolens* and *Cymbopogon citratus* on *Sitophilus zeamais* (Motsch.) *African Journal of Food Science*, 5(6): 366–375.

- Kumral, N. A., Cobanoglu, S. and C. Yalcin. 2010. Acaricidal, repellent and oviposition deterrent activities of *Datura stramonium* L. against adult *Tetranychus urticae* (Koch). *Journal of Pest Science*, 83:173–180.
- Mazzonetto, F. 2002. *Efecto de genótipos de feijoeiro e de pós de origen vegetal sobre Zabrotes subfasciatus (Boh.) e Acanthoscelides obtectus (Say) (Col.: Bruchidae)*. Tesis de Doctorado. Escuela Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Universidad de Sao Paulo. 134 p.
- Oliveira, T. A., Ronchi-Teles, B., Fonseca, C. R. V., Silva, S. L. R., Santos, P. A. and C. V. Nunez. 2012. Insecticidal activity of *Vitex cymosa* (Lamiaceae) and *Eschweilera pedicellata* (Lecythidaceae) extracts against *Sitophilus zeamais* adults (Curculionidae). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 24(1): 49–56.
- Olivero-Verbel, J., Nerioa, L. S. and E. E. Stashenkob. 2010. Bioactivity against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus citriodora* essential oils grown in Colombia. *Pest Management Science*, 66: 664–668.
- Pavlidou, V., Karpouhtsis, I., Franzios, G., Zambetaki, A., Scouras, Z. and P. Mavragani-Tsipidou. 2004. Insecticidal and genotoxic effects of essential oils of Greek sage, *Salvia fruticosa*, and Mint, *Mentha pulegium*, on *Drosophila melanogaster* and *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 21(1): 39–49.
- Pizarro, D., Silva, G., Tapia, M., Rodríguez, J. C., Lagunés, A., Santillán-Ortega, C., Robles-Bermúdez, A. y S. Aguilar-Medel. 2013. Actividad insecticida del polvo de *Peumus boldus* Molina (Monimiaceae) contra *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 12(4): 420–430.
- Roel, A. e J. Vendramim. 2006. Efeito residual do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) para lagartas de diferentes edades de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciencia Rural*, 36: 1049–1054.
- SAS (SAS Institute Inc.). 2004. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. Cary, NC. SAS Institute Inc. USA. 5136 p.
- Tilahun, G. 2015. Evaluating Grain Protectant Efficacy of Some Botanicals against Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* M. *World Journal of Agricultural Research*, 3(2): 66–69.