

**EFFECTO DE POLVOS DE ASTERÁCEAS SOBRE EL GORGOJO DEL MAÍZ
(*SITOPHILUS ZEAMAI* MOTSCH)****B.I. Juárez-Flores, Y. Jasso-Pineda, J.R. Aguirre-Rivera e I. Jasso- Pineda***Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.**Altair 200 Fracc. del Llano 78377, San Luis Potosí, SLP.**Correo electrónico: berthajf@uaslp.mx***RESUMEN**

El gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motsch) es la principal plaga del maíz almacenado y puede causar daño total si no se controla. Se evaluó el efecto insecticida de 162 polvos vegetales, provenientes de 81 asteráceas recolectadas en el altiplano potosino mexicano. Las flores y hojas de cada especie se separaron, deshidrataron y molieron. Para ensayar cada especie, se colocaron 100 g de maíz “cacahuazintle” desinfectado en un frasco de vidrio con capacidad de 250 mL, y se mezclaron con 1 g del polvo vegetal, después se introdujeron 10 parejas de gorgojos, de tres a cinco días de edad, y se mantuvieron a $62.5 \pm 2.5\%$ de humedad relativa ambiental y temperatura de $22.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$. Al frasco del testigo sólo se agregó el maíz y las parejas de gorgojos. Luego de 15 días se retiraron los insectos y se registró su mortalidad, y 55 días después se evaluó la emergencia de la F_1 . Con base en la mortalidad, los mejores tratamientos fueron: polvo foliar de *Aster subulatus*, *Chrysactinia mexicana*, *Heliopsis annua*, *Hetherotheca inuloides* Cass. var. *rosei*, *Parthenium incanum*, *Stevia serrata* y *Zinnia peruviana*, así como el polvo floral de *Dyssodia pentachaeta*, *Erigeron longipes*, *Hetherotheca inuloides* Cass. var. *rosei*, *Se-*

necio flacidus y *S. serrata*, con mortalidades de 80 a 98%. Con respecto a la emergencia, el mejor tratamiento fue el polvo de hojas de *C. mexicana*, con el cual no se registró presencia de progenie.

Palabras clave: granos almacenados, asteráceas, plaguicidas.

ABSTRACT

Eighty one species of Asteraceae collected in the Mexican highlands were evaluated for their usefulness against the maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motsch). Flowers and leaves of each species were separated, dehydrated, and ground. One hundred grams of disinfected grains of maize cv. Cacahuazintle were placed in 250 ml glass jar and mixed with 100 g of plant powder. Ten pairs of 3 to 5 day old weevils were then introduced into each jar. Only grains and insects were placed in control jars. All the experimental jars were kept under constant relative humidity and temperature. After 15 days, all the insects were removed and mortality was recorded. Fifty five days after the experiment was initiated, F_1 progeny emergence was assessed. Based on mortalities ranging from 80 to 98%, the best treatments were the leaf powders of

Aster subulatus, *Chrysactinia mexicana*, *Heliopsis annua*, *Heterotheca subaxillaris*, *Parthenium incanum*, *Stevia serrata*, and *Zinnia peruviana*, as well as floral powders of *Thymophylla pentachaeta*, *Erigeron longipes*, *Heterotheca inuloides* var. *rosei*, *Senecio flaccidus*, and *Stevia serrata*. With regard to F₁ emergence, the best treatment was the leaf powder of *C. mexicana*, which totally prevented F₁ progeny from emerging.

Key words: grain storage plague, Asteraceae, maize weevil.

INTRODUCCIÓN

En Mesoamérica el maíz se cultiva desde hace más que 5 000 años en condiciones ambientales muy variables. En México su mayor volumen se produce para autoconsumo por pequeños y medianos productores, quienes enfrentan el problema de conservación de la cosecha; se estima que las pérdidas de grano almacenado son aproximadamente del 25% debido al ataque de plagas, principalmente de insectos como el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motsch. (Ramírez, 1981; SARH, 1980). En general, para disminuir las pérdidas se recurre a insecticidas sintéticos; sin embargo, su aplicación intensiva deteriora la biota silvestre, contamina el suelo y el agua, desarrolla resistencia en las plagas e incrementa los costos de producción; además su uso representa un riesgo para los humanos, pues algunas formulaciones comerciales producen daño neurológico, hepático y renal (Castillo *et al.*, 2002), por lo que es necesario buscar y proponer alternativas al respecto. Una opción son las plantas con efecto insecticida que se encuentren en cada región, ya que son de

fácil manejo y sus residuos son de vida corta (Lagunes, 1994).

En los años ochenta se inició la búsqueda sistemática de plantas mexicanas con propiedades insecticidas, y se han evaluado más de 500 especies contra plagas de granos almacenados (Lagunes, 1994). Actualmente existen grupos de investigación dedicados a la búsqueda de plantas productoras de metabolitos secundarios con efecto insecticida o insectistático (baja mortalidad y emergencia) (Silva-Aguayo *et al.*, 2005).

La familia Asteraceae es la más numerosa del reino vegetal, se calcula que está formada por aproximadamente 1 500 géneros y unas 32 000 especies en nivel mundial, está presente prácticamente en toda la superficie del planeta, y es especialmente abundante en las regiones áridas y semiáridas. En esta familia hay especies con uso alimentario importante, pero también algunas contienen sustancias tóxicas para los animales, y otras son utilizadas como insecticidas, fitoreguladores o medicinas (Rzedowski, 1972; Villareal *et al.*, 1996).

Las asteraceas tienen un potencial natural como productos para el control de insectos plaga debido a que una gran cantidad de especies producen lactonas sesquiterpénicas (más de 3 000 estructuras) en grandes cantidades (> 2% de peso seco); aunque algunas no son tóxicas, tienen un sabor sumamente amargo, lo que disuade a los insectos a alimentarse de esas plantas; otras, como la helenalina y repina, son sumamente tóxicas. Se ha demostrado que tienen propiedades antitumorales, antinucleares, cardiotónicas, son neurotóxicas y producen dermatitis por contacto. También se han identificado alcaloides pirrolizidínicos y

poliacetilenos extremadamente citotóxicos, los cuales tienen propiedades insecticidas, nematocidas, fungicidas y antibacterianas (Heinrich *et al.*, 1998). Las tribus más ricas en lactonas sesquiterpénicas son la Heliantheae, Heleniae, Anthemidae y Eupatorieae (Rodríguez, 1976; Romo de Vivar, 1976).

Con este trabajo se buscó explorar propiedades insecticidas o insectistáticas en asteráceas de amplia distribución, como primera etapa para estudios posteriores. Así, su objetivo fue evaluar bajo condiciones controladas las propiedades insecticidas e insectistáticas de las hojas y las flores de 83 especies silvestres de Asteraceae, en función de la mortalidad y la emergencia de adultos del gorgojo del maíz (*S. zeamais*).

MATERIAL Y MÉTODOS

Recolección y preparación del material vegetal

Las especies vegetales se recolectaron en etapa de floración en el altiplano potosino zacatecano (que se encuentra entre 21° 42' y 24° 56' de latitud Norte y entre 101° 01' y 103° 05' de longitud Oeste), entre enero y noviembre de 1998 (cuadro 1). De cada especie se depositó y registró un espécimen en el Herbario "Isidro Palacios" del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (SLPM), donde se realizó la identificación. A las plantas recolectadas para el experimento, se les separaron manualmente sus flores y hojas; estos materiales se dejaron secar extendidos sobre bandejas de papel y protegidos de la luz solar directa. Una vez secos ambos componentes se molieron por separado en una licuadora convencional, hasta obtener

un tamaño de partícula capaz de atravesar un tamiz de 40 hilos por pulgada cuadrada (Lagunes, 1994).

Cría de gorgojos

La cría de los insectos se inició a partir de una muestra proveniente de la colonia permanente del Laboratorio de Toxicología de Insecticidas del Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas, situado en Montecillo, Texcoco, Estado de México. Para ello, los gorgojos se colocaron en frascos de vidrio con 1 kg de maíz "cacahuazintle" lavado y desinfectado, los cuales se taparon con malla de tela y se mantuvieron en una habitación a una temperatura de $22.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$, humedad relativa de $62.5 \pm 2.5\%$ y un periodo de luz-oscuridad 12/12 h. Los insectos emergidos se utilizaron para reinfestar más grano hasta tener una población del tamaño requerido. Para los bioensayos, el sexo de los adultos se identificó usando el criterio de Halstead (1963), quien señala que la probóscide (*rostrum*) de la hembra es más larga, delgada y lisa que la del macho.

Bioensayo de mortalidad y emergencia

La acción biológica de los polvos florales y foliares se evaluó de acuerdo con la metodología descrita por Lagunes y Rodríguez (1989). En frascos de vidrio con capacidad de 250 mL se colocaron 100 g de maíz "cacahuazintle" limpio, depurado, lavado, desinfectado y con contenido de humedad aproximada de 12%, se agregó 1 g de polvo vegetal (tratamiento) y se mezcló manualmente mediante movimientos oscilatorios y verticales hasta distribuirlo uniformemente; a cada frasco se le incorporaron 10 parejas de *S. zeamais* de tres a cinco días de edad y

Cuadro 1. Asteráceas evaluadas para control de *S. zeamais* en maíz almacenado, agrupadas por tribu.

Anthemideae	
<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt. ssp. <i>mexicana</i> (Willd.) Keck (HP)	<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch. Bip. (HA)
Astereae	
<i>Aster subulatus</i> Michx. (HA)	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less. (S)
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers. (AR)	<i>Heterotheca inuloides</i> Cass. var. <i>inuloides</i> (HP)
<i>Coryza bonariensis</i> (L.) Cronq. (HA)	<i>H. inuloides</i> Cass. var. <i>rosei</i> B. Wagenkn. (HA)
<i>Erigeron longipes</i> DC (HA)	<i>Machaeranthera pinnatifida</i> (Hook.) Shimmers (HA)
<i>E. pubescens</i> Kunth (HA)	
<i>Grindelia oxylepis</i> Greene (HP)	
Calenduleae	
<i>Calendula officinalis</i> L. (AR)	
Lactuceae	
<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less. (HP)	<i>Sonchus oleraceus</i> L. (HP)
<i>Pyrrhopappus pauciflorus</i> (D. Don) DC. (AR)	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg. (HP)
Cynareae	
<i>Centaurea rothrockii</i> Greenm. (HP)	
Eupatoriaceae	
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc. ex Pers (AR)	<i>Stevia pilosa</i> Lag. (HA)
	<i>S. serrata</i> Cav. (HA)

Cuadro 1. Continuación.

Heleniaceae	
<i>Adenophyllum cancellatum</i> (Cass.) Villarreal (HA)	<i>Gaillardia mexicana</i> A. Gray (HA)
<i>Bahia absinthifolia</i> Benth. (HP)	<i>G. pulchella</i> Foug. (HA)
<i>B. schaffnerii</i> S. Watson (HP)	<i>Helenium mexicanum</i> Kunth (HA)
<i>Chrysactinia mexicana</i> A. Gray (AR)	<i>Hymenopappus mexicanus</i> A. Gray. (HP)
<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc. (HA)	<i>Hymenoxys odorata</i> DC. (HA)
<i>Flaveria anomala</i> B. L. Rob. (HA)	<i>Thymophylla acerosa</i> (DC.) Strother (HP)
<i>F. trinervia</i> (Spreng.) C. Mohr (HA)	<i>T. pentachaeta</i> (DC.) Small (HP)
	<i>T. setifolia</i> Lag. (HP)
Heliantheae	
<i>Ambrosia camphorata</i> (Greene) Payne (HP)	<i>Sclerocarpus uniseriatis</i> (Hook.) Hemsl. (HA)
<i>Berlandiera lyrata</i> Benth. (HP)	<i>Tagetes erecta</i> L. (HA)
<i>Bidens ferulifolia</i> (Jacq.) DC. (HA)	<i>T. lucida</i> Cav. (HA)
<i>B. odorata</i> Cav. (HA)	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass. (HA)
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav. (HA)	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam. (HA)
<i>Dahlia coccinea</i> Cav. (HA)	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers. (HA)
<i>Helianthus annuus</i> L. (HA)	<i>Tridax balbisioides</i> (Kunth) A. Gray (HA)
<i>H. laciniatus</i> A. Gray. (HP)	<i>Verbesina enceltoides</i> (Cav.) A. Gray (HA)
<i>Heliopsis annua</i> Hemsl. (HA)	<i>V. hypomalaca</i> Rob. & Grenm. (AR)

Cuadro 1. Conclusión.

<i>H. buphthalmoides</i> (Jacq.) Dunal (HA)	<i>V. longipes</i> Hemsl. (HA)
<i>Hybridella globosa</i> (Ort.) Cass. var. <i>myrtosphylla</i> (Sch. Bip.)	<i>V. oreopola</i> (B. L. Rob.) Grenm. (AR)
Olsen (HP)	<i>V. cordifolia</i> A. Gray (S)
<i>Jefea brevifolia</i> (A. Gray) Strother (AR)	<i>V. dentata</i> Spreng. (HP)
<i>J. gnaphalioides</i> (A. Gray) Strother (AR)	<i>V. linearis</i> (Cav.) Sch.-Bip. ex Hemsl. (AR)
<i>J. lanitanifolia</i> (Schauer) Strother (AR)	<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.) Sch.-Bip. (AR)
<i>Melampodium americanum</i> L. (HA)	<i>Z. mollissima</i> A. Gray (AR)
<i>M. divaricatum</i> (Rich.) DC. (HA)	<i>Z. triloba</i> (Ort.) Pers. (HP)
<i>Parthenium hysterophorus</i> L. (HA)	<i>Zinnia acerosa</i> (DC.) A. Gray (AR)
<i>P. incanum</i> Kunth (AR)	<i>Z. juniperifolia</i> (DC.) A. Gray (HP)
<i>P. rollinsianum</i> Rzed. (AR)	<i>Z. peruviana</i> (L.) L. (HA)
<i>Ratibida columnifera</i> (Nutt.) Wooton & Standl. (HA)	
	Mutisieae
<i>Trixis angustifolia</i> DC.	
	Senecioneae
<i>Roldana aschenborniana</i> (Schauer) H. Rob. & Brettell (AR)	<i>Senecio flaccidus</i> Less. (HA)
	Vernoniaeae
<i>Vernonanthura serratuloides</i> (Kunth) H. Rob. (AR)	<i>Vernonia greggii</i> A. Gray. (AR)

se cubrieron con tapas de tela. Se utilizó un testigo sin aplicación de polvo vegetal, sólo con 100 g del maíz y las 10 parejas de insectos, en el cual se permitió hasta un 10% de mortalidad. Una vez realizada la infestación, los frascos se mantuvieron en una habitación a $22.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$ de temperatura y $62.5 \pm 2.5\%$ de humedad relativa. Después de 15 días, los gorgojos adultos se retiraron y se contó el número de insectos muertos para obtener el porcentaje de mortalidad.

Con el propósito de descontar la mortalidad originada por efectos ajenos a los polvos vegetales, la mortalidad obtenida en cada uno de los tratamientos se corrigió utilizando la ecuación de Abbott (1925). Se consideró un tratamiento prometedor para el control de insectos en almacén, si se registra una mortalidad corregida igual o mayor que 40% (Lagunes, 1994). Una vez registrada la mortalidad, se retiraron todos los insectos, y los frascos conteniendo el maíz y el polvo vegetal se colocaron de nuevo en la habitación con temperatura y humedad controlada por 40 días más. Así, a los 55 días de iniciada la infestación se registró el número de adultos de la primera generación o emergencia.

El porcentaje de emergencia se corrigió con respecto al tratamiento testigo. Para cuantificar esta variable, se consideró como 100% la emergencia del testigo (Aguilera, 2001). Se consideró que un polvo es prometedor para evitar la emergencia de insectos adultos en almacén si sólo se registra una emergencia igual o menor que 50% (Lagunes, 1994).

Diseño experimental y análisis estadístico

Los polvos obtenidos de las hojas y flores de las 81 especies de asteráceas, más el testigo,

generaron un total de 163 tratamientos los cuales se aplicaron a tres repeticiones. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar. Para su análisis paramétrico los valores relativos se transformaron con arcoseno de la raíz cuadrada (Steel y Torrie, 1980). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y posteriormente a una comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significación del 5%, para lo cual se utilizó el software SAS versión 6.12 (SAS Institute, 1998). Solamente los tratamientos que resultaron prometedores fueron objeto de análisis estadístico.

RESULTADOS

Con base en los criterios propuestos por Lagunes (1994), de los 162 polvos evaluados, sólo 50 resultaron prometedores en mortalidad y 11 disminuyeron la emergencia de la F_1 ; *Zinnia acerosa* y *Z. peruviana* fueron las únicas especies cuyos polvos florales y foliares presentaron efecto significativo sobre ambos atributos evaluados.

Mortalidad del gorgojo del maíz

Los datos de mortalidad indicaron diferencias ($p < 0.05$) entre tratamientos; con base en la comparación múltiple de medias (cuadro 2), los mejores tratamientos al respecto fueron los provenientes de especies de las tribus Heliantheae, Helenieae y Asteraceae.

De la tribu Heliantheae destacaron (64 a 88% de mortalidad) los polvos foliares de *Heliopsis annua*, *Hybridella globosa*, *Parthenium incanum*, *Sanvitalia procumbens*, *Simsia amplexicaulis*, *Verbesina encelioides*, *Zinnia acerosa* y *Z. peruviana*; a la

vez, los polvos florales de *Heliopsis annua*, *Helianthus laciniatus*, *H. annuus* y *Melampodium divaricatum* (72 a 76%).

En lo que respecta a la tribu Helenieae, sobresalieron los polvos foliares de *Chrysactinia mexicana* (98% de mortalidad) y *Adenophyllum cancellatum* (73.8%); así, como los polvos florales de *Thymophylla pentachaeta* y *Flaveria trinervia*, con mortalidad de 78.3 y 71.3%, respectivamente.

Aster subulatus, *Hetherotheca inuloides* Cass. var. *rosei* (Asteraceae) y *Stevia serrata* (Eupatoriaceae) fueron también prometedoras, ya que la mortalidad causada por sus polvos foliares y florales superó el umbral fijado del 40%, al igual que los polvos florales de *Erigeron longipes* (Asteraceae) y *Senecio flaccidus* (Senecioneae) (cuadro 2).

Emergencia de la F₁ del gorgojo del maíz

En general, los tratamientos que causaron los porcentajes más bajos de emergencia de *S. zeamais* (cuadro 3) fueron los polvos foliares, los cuales a su vez tendieron a causar la mayor mortalidad que los polvos florales; al respecto, *Chrysactinia mexicana* destacó ampliamente. Las excepciones notables a esta tendencia fueron *Bahia absintifolia*, *Stevia pilosa* y *Jefea brevifolia* con 14.0, 1.7 y 0.0% de mortalidad, respectivamente; por su acción exclusivamente insectistática (Silva *et al.*, 2003).

DISCUSIÓN

Por sus ventajas ecológicas y la demanda creciente de alimentos orgánicos, el uso de insecticidas de origen vegetal ha incrementado. Sin embargo, aún existe una

serie de problemas y creencias equivocadas, como su inocuidad en humanos, los cuales impiden su mayor aceptación por los agricultores. Además, los insecticidas vegetales enfrentan lentos, problemáticos y desventajosos procesos de comercialización y registro, a pesar de su alto potencial para formar parte del manejo integrado de plagas, como una estrategia de bajo riesgo, y de ser indispensables en la agricultura orgánica.

La mayoría de los tratamientos que provocaron alta mortalidad, también redujeron significativamente el porcentaje de emergencia de la primera generación; normalmente en los tratamientos que provocaron baja mortalidad se observó a la vez una alta emergencia. El efecto insectistático (baja mortalidad y baja emergencia) de algunos tratamientos (*Bahia absintifolia*, *Stevia pilosa* y *Jefea brevifolia*), puede resultar de alteraciones en la actividad biológica que impidan o dificulten el apareamiento, o reduzcan la fertilidad parcial o totalmente (Silva *et al.*, 2003). Cabe mencionar que la mayoría de las especies que resultaron ser prometedoras tanto en mortalidad como en emergencia, cuentan también con antecedentes sobre su efecto biocida en bacterias, hongos e insectos (Botsaris, 2007; Girón *et al.*, 1991; Lakshmi y Srinivas, 2007). Así, en especies de *Heliopsis* se han identificado alcanidas con propiedades antibacteriales y fungistáticas (Molina-Torres *et al.*, 1999 y 2004). *Parthenium hysterophorus* tiene efectos citotóxicos (Das *et al.*, 2007); de algunas especies de *Zinnia* se han aislado sesquiterpenlactonas con propiedades citotóxicas (Bashyal *et al.*, 2006); de *Verbesina encelioides* se aisló el terpeno galegina, sumamente tóxico para ovejas (López *et al.*, 1996). De *Chrysactinia mexicana* se

Cuadro 2. Mortalidad (%) de *S. zeamais* en granos de maíz tratados con polvos de asteráceas, 15 días después de la infestación.

Especie	Hoja	Flor
<i>Adenophyllum cancellatum</i>	73.8 b	0.0
<i>Artemisia ludoviciana</i> ssp. <i>mexicana</i>	49.1 g	62.3 c
<i>Aster subulatus</i>	80.5 a	55.6 e
<i>Bahia schaffnerii</i>	52.6 e	0.0
<i>Conyza bonariensis</i>	47.1 j	18.2
<i>Cosmos bipinnatus</i>	63.9 c	30.0
<i>Chrysactinia mexicana</i>	98.0 a	19.8
<i>Erigeron longipes</i>	38.0	88.3a
<i>Flaveria anomala</i>	58.3 d	0.0
<i>F. trinervia</i>	60.0 c	71.3 b
<i>Grindelia oxylepis</i>	36.6	45.8 j
<i>Helianthus annuus</i>	0.0	72.6 b
<i>H. laciniatus</i>	64.8 c	72.9 b
<i>Heliopsis annua</i>	80.6 a	74.8 b
<i>Heterotheca inuloides</i> var. <i>rosei</i>	87.7 a	87.7 a
<i>Hybridella globosa</i>	72.6 b	41.6 k
<i>Jefea gnaphalioides</i>	36.3	58.4 e
<i>Melampodium divaricatum</i>	0.0	76.7 b
<i>Parthenium incanum</i>	79.4 a	53.7 e
<i>Pinaropappus roseus</i>	51.6 f	44.8 h
<i>Sanvitalia procumbens</i>	77.3 b	9.0
<i>Senecio flaccidus</i>	37.4	80.7 a
<i>Simsia amplexicaulis</i>	72.1 b	24.5
<i>Sclerocarpus uniserialis</i>	48.3 h	8.2
<i>Stevia serrata</i>	80.2 a	81.8 a
<i>Tagetes erecta</i>	1.6	58.1 e
<i>T. lucida</i>	68.3 c	0.0
<i>Thymophylla acerosa</i>	55.4 e	57.2 e
<i>T. pentachaeta</i>	16.6	78.3 a
<i>Verbesina encelioides</i>	64.5 b	22.4
<i>V. hypomalaca</i>	78.3 b	0.0
<i>V. oreopola</i>	29.5	58.8 d
<i>Zaluzania augusta</i>	3.7	49.3 g
<i>Z. mollissima</i>	37.5	54.9 e
<i>Z. triloba</i>	51.0 f	23.3
<i>Zinnia acerosa</i>	68.3 c	43.0 k
<i>Z. peruviana</i>	88.1 a	48.3 i

Dentro la misma columna, los valores con la misma letra son estadísticamente similares entre sí (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 3. Emergencia de adultos de *S. zeamais* en granos de maíz tratados con polvos vegetales, 55 días después de la infestación.

Especie	Hoja	Flor
<i>Bahia absinthifolia</i>	21.6 b	175.0
<i>Chrysactinia mexicana</i>	0.0 a	45.0 c
<i>Jefea brevifolia</i>	50.0 c	100.0
<i>Sanvitalia procumbens</i>	45.6 c	96.6
<i>Simsia amplexicaulis</i>	48.3 c	90.0
<i>Stevia pilosa</i>	43.0 c	69.0
<i>Zinnia acerosa</i>	43.1 c	49.2 c
<i>Z. peruviana</i>	50.0 c	40.0 c

Dentro la misma columna, los valores con la misma letra son estadísticamente similares entre sí (Tukey, $\alpha = 0.05$).

han demostrado sus propiedades biocidas en hongos, enterobacterias y endoparásitos (Juárez *et al.*, 2007). Esta especie, como muchas asteráceas, contiene lactonas sesquiterpénicas con propiedades antialimentarias (Cárdenas-Ortega *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

Los polvos foliares de *Zinnia peruviana* y *Chrysactinia mexicana* produjeron la mayor mortalidad de insectos en estado adulto, y a la vez causaron una reducción severa en la población de la siguiente generación.

Con efecto único en mortalidad destacaron los polvos foliares y florales de *Hetherotheca inuloides* Cass. var. *rosei* (87.7 y 87.7) y *Stevia serrata* (82.2 y 81.8%), los polvos foliares de *Aster subulatus* (80.5 y 55.6), *Heliopsis annua* (80.6 y 74.8) y *Parthenium incanum*

(79.4 y 53.7), y los polvos florales de *Erigeron longipes* (88.3), *Senecio flaccidus* (80.7) y *Thymophylla pentachaeta* (78.3).

LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S., 1925. "A method of computing the effectiveness of an insecticide". *J. Econ. Entomol.*, **18**: 265-267.
- Aguilera, M., 2001. "Estudios de efectividad biológica con plagas de granos almacenados". In: Bautista, N. y O. Díaz (Eds.) *Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas*. Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. pp: 43-50.
- Bashyal, B.P.; S.P. McLaughlin y A.A. Guntilaka, 2006. "Zinagrandinolides

- A-C, cytotoxic delta-elemanolide-type sesquiterpene lactones from *Zinnia grandiflora*". *J. Nat. Prod.*, **69**(12): 1820-1822.
- Botsaris, A.S., 2007. "Plants used traditionally to treat malaria in Brazil: the archives of flora medicinal". *J. Ethnobiol. Ethnomed*, **1**: 3-18.
- Brummitt, R.K. y C.E. Powell, 1992. *Authors of plants names*. Royal Botanical Garden. Kew, UK. 732 pp.
- Calderón de R., G. y J. Rzedowski, 2001. *Flora Fanerogámica del Valle de México*. 2ª ed. Instituto de Ecología, A. C. y CONABIO. Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406 pp.
- Cárdenas-Ortega N.C.; M.A. Zavala-Sánchez, J.R. Aguirre-Rivera, C. Pérez-González y S. Pérez-Gutiérrez, 2005. "Chemical composition and antifungal activity of essential oil of *Chrysactinia mexicana* Gray". *J. Agric. Food Chem.*, **53**(11): 4347-4349.
- Castillo C.G.; M. Montante, L. Dufort, L. M. Martínez y M.E. Jiménez, 2002. "Behavioral effects of exposure to endosulfan and methyl parathion in adult rats". *Neurotoxicol. Teratol.*, **24**(6): 797-804.
- Das B.; V.S. Reddy, M. Krishnaiah, A.V. Sharma, K. Ravi Kumar, J.V. Rao y V. Sridhar, 2007. "Acetylated pseudo-guaianolides from *Parthenium hysterophorus* and their cytotoxic activity". *Phytochem.*, **68**(15): 2029-2034.
- Girón L.M.; V. Freire, A. Alonso y A. Cáceres. 1991. "Ethnobotanical survey of the medicinal flora used by the Caribs of Guatemala". *J. Ethnopharmacol.*, **34**: 173-187.
- Halstead D.G.H., 1963. "External sex differences in stored-products coleopteran". *Bull. Entomol. Res.*, **54**: 119-134.
- Heinrich M.; M. Robles, J.E. West, B.R. Ortíz de Montellano y E. Rodríguez, 1998. "Etnopharmacology of Mexican Asteraceae (Compositae)". *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.*, **38**: 539-565.
- Juárez-Flores, B.I.; Y. Jasso-Pineda, N.C. Cárdenas-Ortega, E. García-Chavez, del Valle Coulon M.L., Aguirre-Rivera J.R., 2007. "Biocide effects of *Chrysactinia mexicana* Gray". *Planta Medica*, **73**: 890-891.
- Juárez, M.A.; J.A. Reyes-Agüero y J.A. Andrade Aguilar, 1996. "Flora útil de tres tipos de matorral en el altiplano potosino-zacatecano, México". *Geografía Agrícola*, **22-23**: 23-37.
- Lagunes T., A., 1994. *Extractos y polvos vegetales y minerales para el combate de plagas de maíz y frijol en la agricultura de subsistencia*. Colegio de Posgraduados/USAID/CONACYT/BORUCONSA. Montecillo, Edo. de México 35 pp.
- Lagunes T., A. y C. Rodríguez, 1989. *Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas*. Montecillo, México: CONACYT/Colegio de Postgraduados. 150 pp.

- Lakshmi, C. y C.R. Srinivas, 2007. "Parthenium: a wide angle view". *Indian J. Dermatol. Venerol. Leprol.*, **73**: 296-306.
- López T.A.; C.M. Campero, R.Chayer, B.Cosentino y M.Caracino, 1996. "Experimental toxicity of verbesina encelioides in sheep and isolation of galegine". *Vet Hum Toxicol.*, **38**(6): 417-426.
- Molina-Torres J.; A. García-Chávez y E. Ramírez-Chávez, 1999. "Antimicrobial properties of alkamides present in flavouring plants traditionally used in Mesoamerica: affinin and capsaicin". *J. Ethnopharmacol.*, **64**(3): 241-249.
- Molina-Torres J.; A. García-Chávez y E. Ramírez-Chávez, 2004. "Fungistatic and bacteriostatic activities of alkamides from *Heliopsis longipes* roots: affinin and reduced amides". *J. Agric. Food Chem.*, **52**(15): 4700-4704.
- Ramírez, M.M., 1981. "Insectos y almacenamiento de granos". *Naturaleza, México* **12**(2): 92-102.
- Rodríguez, E., 1976. "Sesquiterpene lactones, Chemotaxonomy, Biological Activity and Isolation". *Rev. Latinoam. Quím.*, **8**: 56-62.
- Romo de Vivar, A., 1976. "Sesquiterpene lactones in Compositae. Biogénesis and taxonomic implications". *Rev. Latinoamer. Quím.*, **8**: 63-74.
- Romo de Vivar, A., 1985. *Productos naturales de la flora mexicana*. Editorial Limusa. 220 pp.
- Rzedowski, J., 1972. "Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. III. Algunas tendencias en la distribución geográfica y ecológica de las Compositae mexicanas". *Ciencia*, **27**(4-5): 123-132.
- Rzedowski, J., 1986. *Claves para la identificación de los géneros de la familia Compositae en México*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 145 pp.
- SAS Institute, 1998. *SAS®. Language guide for personal computers release 6.03 Edition*. SAS Institute. Cary N.C. USA. 1028 pp.
- SARH, 1980. *Principales plagas de granos almacenados*. Dirección General de Sanidad Vegetal. México. 74 pp.
- Silva G.; D. Pizarro, P. Casals y M. Berti, 2003. "Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado". *Agrociencia*, **9**: 384-385.
- Silva-Aguayo G.I.; R. Coger-Melivilu, R. Hepp-Gallo y M. Tapia-Vargas, 2005. "Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado". *Pesq. Agropec. Bras.*, **40**: 11-17.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie, 1980. *Principles and procedures of statistics, a biometrical approach*. 2nd. Edition, McGraw-Hill, New York.
- Villarreal, Q.J.A., 2003. "Tribu Tagetae". En: J. Rzedowski; G. Calderón de R.

Juárez Flores, B.I. *et al.*: Efecto de polvos de asteráceas sobre el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motsch)

- (Eds.). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*, fascículo 113. 85 p.
- Villaseñor, J.L., E. Ortiz, M.R. Redonda, 2008. *Catálogo de autores de plantas vasculares de México*. 2ª ed. UNAM y CONABIO. México. 69 p.
- Villarreal, Q., J.A.; R. Valdés y J.L. Villaseñor, 1996. "Corología de las asteráceas de Coahuila, México". *Acta Botán. Mex.*, **36**: 29-42.

Recibido: 25 mayo 2009. Aceptado: 30 abril 2010.