

INSECTICIDAS NATURALES PARA EL CONTROL DE LA PRINCIPAL PLAGA DE MAÍZ, FRIJOL Y GARBANZO ALMACENADOS

María idalia Cuevas Salgado^{1*}, Carlos A. Romero Nápoles¹

¹Laboratorio de Entomología, C.I.B. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa. Cuernavaca, Morelos, México. Tel/Fax (777) 3297056.

Correo-e: idalia_cuesal@hotmail.com, napoles_60@hotmail.com

*Autor para correspondencia.

RESUMEN

El empleo de productos naturales para controlar plagas de insectos en granos almacenados no es una actividad nueva; sin embargo, su desempeño en la mayoría de los casos carece de sustento científico. Por esta razón se ha evaluado la efectividad de más de 30 especies vegetales y materiales diversos para controlar algunas de las especies más importantes. De los resultados obtenidos destacan por su acción contra el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* (Mots.), las plantas de chicalote *Argemone* sp. y valeriana *Valeriana officinalis* ambas provocando 98.9% de mortalidad, 0% de emergencias de la primera generación y 0% de daño al grano: se incluye también la ruda *Ruta graveolens* con 43.3%, 0% y 0%. Como material diverso la cal causó 100%, 0% y 0% respectivamente. Para el gorgojo del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) el chicalote originó 98.3% de mortalidad, 0% de emergencias y 0% de daño; en tanto que la

cal 100%, 0% y 0%. Finalmente, se redujeron las poblaciones del gorgojo del garbanzo *Callosobruchus maculatus* (Fab.) con el chicalote, induciendo el 26.2% de mortalidad y 0% tanto de emergencias como de daño al grano.

Palabras clave: productos naturales, gorgojo del maíz, frijol y garbanzo.

ABSTRACT

The employment of natural products to control plagues of insects in grains stored is not a new activity; nevertheless, its performance in most of the cases lacks scientific sustenance. For this reason the effectiveness has been evaluated of more than 30 species of plants and diverse materials to control some of the most important species. The obtained results they highlight for their action against the weevil of the corn *Sitophilus zeamais* (Mots.), the plants of chicalote *Argemone* sp. and valeriana *Valeriana officinalis* both causing 98.9% of mortality, 0% of emergencies of

Recibido: 4/02/2008; Aceptado: 22/07/2008

the first generation and 0% of damage to the grain: it is also included the ruda *Ruta graveolens* with 43.3%, 0% and 0%. As material diverse the lime caused 100%, 0% and 0% respectively. For the weevil of bean *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) the chicalote originated 98.3% of mortality, 0% of emergencies and 0% of damage; while the lime 100%, 0% and 0%. Finally, the populations of the weevil of the chickpea diminished *Callosobruchus maculatus* (Fab.) with the chicalote, inducing 26.2% of mortality and 0% so much of emergencies as damage to the grain.

Keywords: *Natural products, weevil of the corn, bean, and chickpea.*

INTRODUCCIÓN

La agricultura en México, al igual que en cualquier parte del mundo enfrenta una batalla constante e intensiva contra las plagas y enfermedades, las cuales provocan cada año enormes pérdidas, esto a pesar del uso de pesticidas cada vez más potentes y tóxicos. La situación ha provocado que plagas como las insectiles, organismos en buena parte responsables de estas mermas y con una impresionante habilidad de supervivencia, hayan creado una insospechada resistencia a los insecticidas, propiciando con ello una problema cíclico interminable entre:

Mayor Toxicidad \rightleftharpoons Creación de Resistencia

sin soslayar, evidentemente, los efectos negativos que conllevan como por el ejemplo el alto grado de toxicidad para el ser humano, otros organismos y al medio ambiente en general (Torres *et al.* 2002).

A la situación anterior abría que agregar que en México, al ser un país en vías de desarrollo, en el sector agrícola rural aún existe un atraso tecnológico bastante notorio; que sin embargo en muchos de los casos se considera no es debido a la falta

de capacidad científica y tecnológica, sino a la insuficiente inversión que se refleja en la alta marginación y pobreza de este sector, en el cual se encuentran incrustadas las dos terceras partes de los mexicanos en extrema pobreza (Torres, 2006).

Este atraso tecnológico se ve reflejado sobremanera en las altas pérdidas de los granos almacenados ocasionadas por el ataque de plagas insectiles en las regiones del país en donde aún se cultivan básicos para autoconsumo. En este sentido la FAO estima que las pérdidas de granos almacenados en México causadas por la acción de los insectos plaga oscila entre el 10 y 25%, pudiendo elevarse hasta el 30 y 50% (Torres, 1995), sobre todo en aquellas zonas rurales más alejadas de los focos de desarrollo.

Es evidente que si en estas zonas se emplearan los productos químicos y las tecnologías necesarios las pérdidas se reducirían substancialmente; pero, como se considera actualmente, estos beneficios se verían empañados por la contaminación al medio ambiente y al hombre, ya que los productos utilizados hoy día son cada vez más tóxico dada la habilidad de los insectos de crear resistencia a los mismos. En este sentido se estima que la persistencia de pesticidas y herbicidas sobre los alimentos es causa de innumerables problemas sanitarios; cada año en el mundo 300.000 personas son víctimas de envenenamiento por pesticidas y 10.000 de ellas mueren siendo la mayoría de estas muertes en los países del tercer mundo donde se exportan con asiduidad aquellos plaguicidas más agresivos cuyo uso está prohibido en los países más desarrollados (Labrador y Cabanillas, 1990a).

Por esta razón en algunas regiones del planeta están tomando auge los cultivos orgánicos, los que surgen a raíz de la toma de conciencia por parte de la población de los riesgos que entraña la alimentación con productos tratados con pesticidas. La característica más sobresaliente de los

cultivos orgánicos es el hecho de que tienen como característica el no emplear absolutamente ningún producto químico tanto en su producción como en su almacenamiento. Es decir, se utilizan por ejemplo abonos orgánicos en lugar de los fertilizantes químicos; lo mismo sucede en el caso de los insecticidas, en los que para prescindir de ellos se recurre al empleo de diferentes métodos como el control biológico de plagas, la utilización de productos naturales o bioinsecticidas y métodos físicos entre otros, procurando en todo momento desarrollar un cultivo totalmente ecológico.

Algunos modelos de estos cultivos orgánicos se dan actualmente en nuestro país como lo es en el caso del café y miel de abeja orgánicos, que en conjunto agrupan aproximadamente 1649 productores (FAO, 2003). Otros países del continente también están incursionando en este tipo de cultivos como lo es Guatemala (Café), El Salvador (Hortalizas), Costa Rica (Plátano y Cacao), Argentina (Caña de azúcar), República Dominicana (Plátano), Uruguay (Trigo, fruta fresca y seca, hortalizas y plantas medicinales) y Estados Unidos (frutas, hortalizas y cereales) (Diamini, 2002). Sin embargo, Europa ha sido el continente que más ha pugnado por este tipo de agricultura destacando países como Francia, Dinamarca, Bélgica, Alemania, Irlanda, Gran Bretaña, Italia, Holanda Portugal, España, Austria y Suiza. En estos se cultivan por ejemplo cereales orgánicos como mijo, avena, trigo y centeno; hortalizas y frutas como manzanas, peras, ciruelas, cerezas, melocotones, uvas, melones y cítricos; plantas medicinales y frutos secos tales como nueces, almendras, higos etc. (Labrador y Cabanillas. 1990b).

En este ámbito Argentina y Uruguay han pasado a ser los países latinoamericanos con la más alta proporción de tierras dedicadas a la producción orgánica, convirtiendo al MERCOSUR en el segundo bloque comercial con la mayor

superficie después de la Unión Europea. No obstante poco a poco nuestro país comienza a despegar en este sentido, en parte influido por el tratado de libre comercio en el que se exigen normas de sanidad muy estrictas y otro tanto por las cada vez más altas ganancias que produce este tipo de agricultura. A este respecto la INFOAM calcula que en el 2003 las ganancias obtenidas de los productos orgánicos oscilan para el mercado europeo entre 10 a 11 mil millones de euros, seguidos por el Reino Unido, Italia y Francia con más de mil millones de euros. El otro gran mercado es el de Estados Unidos con ganancias que van de 10 a 11 mil millones de dólares, seguido por Canadá con 850 a mil millones de dólares (Gudynas, 2003).

Como se aprecia la agricultura orgánica incluyendo el almacenamiento de granos mantiene una tendencia ascendente, lo que hace preguntarnos: si los campesinos de nuestro país que practican la agricultura de subsistencia no cuentan con la asistencia técnica ni la infraestructura necesaria para implementar los controles necesarios para la conservación de sus cosechas, porqué entonces no acercarlos y reavivar el conocimiento tradicional ya perdido o distorsionado por el paso del tiempo y coadyuvar a la práctica de cultivos orgánicos.

Por lo expuesto, en el Insectario del Laboratorio de Entomología del CIB se ha estado desarrollando una línea de investigación denominada "búsqueda de productos naturales para el control de insectos plaga de los principales granos almacenados". La idea de orientar las investigaciones hacia el área de los granos almacenados radica, como se ha señalado, en que estos representan una parte importante de la dieta del pueblo mexicano, concretamente de aquellos que viven en zonas rurales. Por esta razón es crucial efectuar una reivindicación de las técnicas ancestrales, estudiarlas detalladamente, complementarlas y tratar

en lo posible de adecuarlas e incorporarlas a nuestra agricultura; persiguiendo junto con las técnicas actuales un manejo integral de los granos almacenados, especialmente los de primera necesidad teniendo como fin último el desarrollar una agricultura sustentable más acorde con nuestro derredor biológico y social, reduciendo con esto la peligrosa contaminación de nuestros ecosistemas. Lo anterior conllevaría además de una alimentación más sana, una sensible reducción en los costos de producción sobre todo y particularmente en las zonas rurales más alejadas del foco tecnológico.

Ejemplos de las técnicas o prácticas tradicionales, algunas de las cuales todavía se llevan a cabo; son la exposición de los granos al sol para la eliminación de muchos tipos de insectos ya que estos generalmente no toleran temperaturas superiores a 40 °C. Además, con esta acción se disminuye la humedad excesiva del grano protegiéndolo del ataque de hongos. Otra práctica aplicada por los campesinos de regiones rurales, es la de almacenar sobre plataformas elevadas de madera la mazorca del maíz sin desgranar para hacer pasar posteriormente humo a través de ellas, con la finalidad de mantener los granos secos y protegidos contra invasiones de insectos plaga. Así mismo, algunos otros acostumbra guardar la cosecha sin desprender las hojas del maíz, dado que estas le dan una cierta protección al ataque de insectos debido a que les impide llegar, posarse, copular, ovipositar y dañar al grano. Aunado a lo anterior se reporta que algunos agricultores mezclan arena, ceniza de carbón vegetal y algunos otros materiales con los granos para evitar la reproducción de los insectos; al parecer, estos lesionan por fricción su cutícula haciendo que pierdan humedad y si el grano está completamente seco se deshidraten y mueran. Finalmente por tradición en muchos lugares del mundo, incluyendo México, los agricultores mezclan plantas locales con el grano que se almacena. La información de qué especies vegetales y

que parte de estas son las que se combinan con los granos se transmiten verbalmente de generación en generación. Algunas de las plantas utilizadas en estas prácticas son por ejemplo la semilla de chile guajillo (*Capsicum sp.*), el epazote morado (*Chenopodium ambrosoides*), ajo (*Allium sativum*) y ruda (*Ruta graveolens*) entre muchas otras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Por la importancia de lo planteado, en el Laboratorio de Entomología del CIB se han llevado a cabo un sin número de bioensayos en los que se ha experimentado tanto con materiales inertes como con un buen número de plantas (más de 70 en diferentes formulaciones, dosis y con diversas partes de su estructura para la elaboración de bioinsecticidas); algunas reportadas con ciertas propiedades insecticidas, en tanto que otras seleccionadas por presentar alguna característica en particular.

Plantas experimentadas.

En el cuadro 1 se citan algunas de las plantas y materiales inertes más destacados que han sido experimentados en diversos ensayos. Destacando que estos productos se han evaluado para el control de algunas de las plagas más importantes de los granos almacenados como el gorgojo pinto del frijol (*Zabrotes subfasciatus*), el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*) y el gorgojo del garbanzo (*Callosobruchus maculatus*).

Colecta y conservación del material botánico

A continuación se detalla la metodología seguida para la colecta y conservación de las especies vegetales utilizadas en la investigación. Así mismo, se dan algunas otras opciones de los diferentes procesos para conformar una metodología más completa.

Cuadro 1. Productos evaluados

Material diverso	Formulación
Tierra de diatomeas	Polvo
Cal	Polvo
Carbón vegetal	Polvo
Arena	Polvo
Sal	Polvo

ESPECIE VEGETAL	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	PARTE USADA	FORMULACIÓN
<i>Acacia farnesiana</i>	Leguminosae	Huizache	Hoja	Polvo
<i>Allium cepa</i>	Liliaceae	Cebolla	Tallo	Polvo
<i>Allium sativum</i>	Liliaceae	Ajo	Raíz	Infusión
<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Zapatito de la virgen	Hoja	Polvo
<i>Annona diversifolia</i>	Annonaceae	llama	Hoja	Polvo
<i>Argemone</i> sp.	Papaveraceae	Chicalote	Raíz, tallo, hoja, fruto y semilla	Polvo, infusión y extracto
<i>Asclepias glaberrima</i>	Asclepiadaceae	Oreja de liebre	Planta entera	Polvo
<i>Eichhornia crassipes</i>	Pontederiaceae	Lirio acuático	Planta entera	Polvo
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Leguminosae	Parota	Corteza y hoja	Polvo
<i>Capsicum</i> sp.	Solanaceae	Chile guajillo	Semilla	Infusión
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Chenopodiaceae	Epazote	Hoja	Polvo
<i>Crescentia alata</i>	Bignoniaceae	Coatecoma-te	Fruto	Polvo
<i>Cuscuta tintorea</i>	Convolvulaceae	Tripas de judas	Tallo	Polvo
<i>Eritrina americana</i>	Leguminosae	Colorín	Flor y semilla	Polvo
<i>Estilingia celayensis</i>	Euphorbiaceae	Hierba del sapo	Hoja	Polvo
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Euphorbiaceae	Noche buena	Hoja	Polvo
<i>Hedera</i> sp.	Araliaceae	Hiedra	Hoja	Polvo
<i>Ipomoea muricoides</i>	Convolvulaceae	Casahuate	Hoja	Polvo
<i>Iris</i> sp.	Iridiaceae	Lirio terrestre	Hoja	Polvo
<i>Jacaranda acutifolia</i>	Bignonaceae	Jacaranda	Hoja	Polvo
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leguminosae	Guaje	Hoja	Polvo
<i>Mostera deliciosa</i>	Araceae	Piñanona	Hoja	Polvo
<i>Ocimum basilicum</i>	Labiatae	Albahaca	Hoja	Polvo
<i>Phytolaca octandra</i>	Phytolaccaceae	Mazorquilla	Fruto	Polvo
<i>Piracantha coccinea</i>	Rosaceae	Piracanto	Fruto	Polvo
<i>Pithecellobium dulce</i>	Leguminosae	Guamúchil	Hoja	Polvo
<i>Ruta graveolens</i>	Rutaceae	Ruda	Hoja	Polvo
<i>Solanum amazonicum</i>	Solanaceae	Mala mujer	Hoja	Polvo
<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	Quita manteca	Fruto	Polvo
<i>Syngonium podophyllum</i>	Araceae	Siete dedos	Hoja	Polvo
<i>Tagetes lucida</i>	Compositae	Pericón	Hoja	Polvo, infusión
<i>Valeriana Officinalis</i>	Valerianaceae	Valeriana	Raíz	Polvo
<i>Xanthosoma robustum</i>	Araceae	Hoja elegante	Hoja	Polvo
<i>Xanthosoma</i> sp.	Araceae	Mafafa	Tallo	Polvo

Técnicas de colecta. La fabricación de pesticidas a partir de plantas tanto silvestres como cultivadas, requiere invariablemente conocer las características particulares de colecta de cada especie vegetal. Como por ejemplo la época del año más propicia y la hora y el lugar para obtener de estas su máximo beneficio. sin embargo, podríamos establecer algunas reglas generales para su recolección.

A. Evitar recoger plantas en lugares demasiado perturbados como autopistas, caminos muy transitados, zonas de cultivos o habitacionales. Deben ser colectadas en parajes aislados lejos de la contaminación del tráfico, asegurándose lo más posible de que no han sido rociadas con insecticidas o aguas negras, ni desechos industriales.

B. Tratar de no coleccionar plantas muy secas o humedecidas por el rocío o lluvia, de preferencia en día claro y soleado evitando las primeras horas de la mañana o el atardecer.

C. Solo seleccionar plantas sanas que no tengan moho, parásitos, caracoles, insectos, etc. Es importante quitarles todas las impurezas; pero no lavarlas, excepto las raíces.

Época de colecta:

- Raíces y tallos se recogen al comienzo de la primavera.
- Hojas en verano y principio de otoño.
- Las flores durante su máxima floración, antes de caer los pétalos.
- El fruto según su maduración.
- La semilla cuando el fruto es maduro.

Secado de las Plantas. El almacenamiento de plantas, como es natural, no puede ser indefinido ya que a través del tiempo estas comienzan a perder sus principios activos. Por lo tanto, las plantas secas duran en óptimas condiciones 6 meses y hasta un año; después, es necesario efectuar un reemplazo por material nuevo o fresco. Las

plantas recién colectadas y libres de impurezas, se pueden poner a secar de diversas formas.

a) Colgadas en manojos en un cuarto seco y limpio.

b) Extendidas entre dos pedazos de tela.

c) Guardadas en bolsas de tule o jarcia como las que se usan para ir al mercado. Las cuales se cuelgan para que circule el aire libremente entre ellas y no sean atacadas por hongos o insectos. El cuarto de secado debe asearse diariamente evitando colgar plantas cerca de paredes húmedas. Las plantas que presenten aromas fuertes deben secarse separadas de las demás.

d) Las hojas y semillas se secan a la sombra.

e) Las flores necesitan secarse rápidamente al resguardo de la luz.

f) Raíces, cortezas y frutos, deben secarse al sol cortándolos en trozos pequeños.

g) No se deben tocar las hierbas durante el proceso de secado y nunca mezclar el material seco con el fresco.

Almacenamiento. Una vez secas las hierbas se ponen en frascos de vidrio, madera u hojalata perfectamente secos. Para guardarlas se pueden:

- Rallar: con rallador común de cocina.
- Cepillar: con garlopa de carpintero para las cortezas o troncos.
- Quebrar: con mano o martillo.
- Cortar: con un cuchillo.
- Pulverizar: con molcajete, mortero ó molino de mano (formulación ideal para las plantas recomendadas en esta investigación).

Desarrollo de bioensayos

Condiciones Ambientales. Todos los experimentos han sido desarrollados en el Insectario del Laboratorio de Entomología de la Universidad Autónoma del estado de

Morelos, prevaleciendo en todos los casos condiciones ambientales controladas, particularmente una humedad relativa de 70 +/- 5% y una temperatura de 27 +/- 2 °C.

Cría de insectos. Las especies de insectos de granos almacenados sobre los que se han evaluado los tratamientos son el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1985) (Coleoptera: Curculionidae), gorgojo del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) y el gorgojo del garbanzo *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Bruchidae), especies consideradas como las más importantes del maíz, frijol y garbanzo respectivamente.

Por otra parte, para contar con el material biológico necesario fue necesaria la cría y multiplicación de las plagas, para tal efecto se realizaron colectas de los organismos en graneros rústicos colocándose posteriormente en grano nuevo el cual fue desinfectado con cambios bruscos de temperatura por periodos de 92 horas. Los granos empleados tanto para el pie de cría como para los experimentos fueron: maíz (*Zea mays*) variedad cacahuazintle, frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad canario y garbanzo (*Cicer arietinum*) variedad kabuli.

Preparación de tratamientos. Las formulaciones que generalmente se han utilizado para evaluar las especies vegetales han sido en polvo, extracto e infusión. Los polvos se obtuvieron moliendo con un molino de mano la estructura a utilizar completamente seca. Los extractos se adquirieron colocando el material a macerar en agua por espacio de 24 horas; en tanto que las infusiones se lograron depositando el material en agua caliente por un lapso de 24 horas (la solución se obtuvo macerando 4 gr de planta en 20 ml de agua). Finalmente en lo que respecta a los materiales diversos, estos siempre se emplearon en polvo.

Metodología de experimentación. En todos los experimentos que se han llevado a cabo se ha utilizado un diseño estadístico completamente al azar con cuatro repeticiones para cada tratamiento. Así mismo, en cada evaluación se utilizaron frascos de vidrio de 1 lt de capacidad, en cada uno de los cuales se colocaron 100 gr del grano correspondiente (maíz, frijol o garbanzo) y 1 gr del tratamiento en polvo o 5 ml del extracto o infusión que se estuviera evaluando. Después de mezclar manualmente los granos con los tratamientos, se introducían en cada frasco 10 parejas de insectos de tres a seis días de emergidos (la especie dependió del tratamiento), efectuando revisiones periódicas cada 48 horas para estimar los resultados parciales en los parámetros establecidos. A los 15 días se retiraban todos los insectos (vivos y muertos), para esperar posteriormente la emergencia de la primera generación y determinar el daño al grano.

Parámetros de evaluación. Básicamente son tres las variables o parámetros que se han tomado en cuenta para determinar si un tratamiento tiene posibilidades de convertirse en un potencial producto de control, en este caso nos referimos a Mortalidad, Emergencias y Daño al grano. No obstante, además de estas variables, también se monitorean algunas otras características como son: si el grano cambia de color, si interfiere en la germinación de las semillas, residuos aromáticos en los granos, etc.

a) Mortalidad

La mortalidad de adultos es una característica importante y deseable en los tratamientos que se evalúan. Para determinarla normalmente se hacen conteos de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas, los resultados se corrigen con la fórmula de Abbot (1925) para descartar la muerte natural algún otro factor ajeno al tratamiento. Posteriormente, si existe alta variabilidad en los datos, se aplica el criterio establecido por De La Loma (1966), que

menciona que cuando las observaciones de un experimento se expresan con números pequeños, puede no resultar válido el análisis realizado con los datos directos del experimento. Por tal razón, se extrae la raíz cuadrada de cada observación y se aplica el análisis de varianza, así como la comparación múltiple de medias de Duncan al 0.05%, obteniéndose de esta manera los porcentajes promedio de mortalidad por efecto de los tratamientos.

b). Emergencias de la primera generación

El registro de los insectos emergidos se lleva a cabo a los 55 días posteriores a la infestación (estos varían de acuerdo a la plaga de que se trate). En esta variable se aplicaron los mismos análisis estadísticos que en mortalidad, manejando además la fórmula de Rodríguez (1987), para calcular los porcentajes de adultos emergidos. Finalmente, se consideran como tratamientos prometedores aquellos que presentaran una mortalidad igual o mayor al 40% y una reducción de emergencias de por lo menos 50% (Lagunes, 1994).

c) Daño al Grano

El daño ocasionado por los insectos al grano se cuantifica también a los 55 días ulteriores a la infestación. Para esta estimación se corren todas las pruebas estadísticas que en los puntos anteriores (excepto la fórmula de Rodríguez, 1987). Para obtener esta variable el grano de cada tratamiento (100 gr) se revisa y separa aquel que presente daño, posteriormente se pesa y se obtiene de esta manera los gramos de grano dañado.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Los productos más representativos de las investigaciones que se han llevado a cabo se muestra en el Cuadro 2, partiendo de la premisa de considerar tratamientos prometedores, a aquellos que alcanzaran una mortalidad igual o superior al 40% y

una reducción de emergencias de al menos el 50%.

Mortalidad. Los datos de mortalidad corregidos y transformados revelaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, y la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan con significancia de 0.05% de probabilidad demostraron que las medias más altas correspondieron, para *Sitophilus zeamais*: a *Valeriana officinalis* con 98.9% de mortalidad, 98.9% en *Argemone* sp., 43.3% para *Ruta graveolens* y 100% en cal. En lo que respecta a *Zabrotes subfasciatus*, sobresalieron *Argemone* sp. con 98.3% y cal con 100%. Contra *Callosobruchus maculatus* ningún tratamiento alcanzó el parámetro establecido de 40% mortalidad para catalogarlo como prometedor; no obstante, se decidió tomar en consideración a *Argemone* sp., dado su desempeño en emergencias y daño al grano.

Emergencia. Con los promedios de la emergencia transformados, el análisis de varianza aunado a la comparación múltiple de medias mostró diferencias altamente significativas entre ellos, lo que presupone efectos evidentes de los tratamientos en la emergencia de la primera generación. Es así por lo tanto, que todos los tratamientos incluidos en el Cuadro 2 redujeron en un 100% este parámetro.

Daño al Grano. Los resultados obtenidos de los tratamientos fueron procesados con un análisis de varianza, reflejando diferencias altamente significativas entre estos y al aplicar la prueba de Duncan se destacó que los mejores tratamientos, sobrepasando por un amplio margen el parámetro establecido de reducción de daño al grano de 50%, son los consignados en el Cuadro 2.

De todos los tratamientos que se han evaluado hasta el momento, podemos considerar que para *S. zeamais* solo cuatro resultaron prometedores, los cuales tuvieron la capacidad de actuar satisfactoriamente

en las tres variables manejadas: mortalidad, emergencia y daño al grano. De estos, la cal ocupó el primer lugar siguiéndole en desempeño la valeriana y el chicalote. En lo que respecta a la ruda, a pesar de que su acción sobre la mortalidad no fue absoluta (43.3%), si destaca el hecho de haber reducido al 100% las emergencias y el daño al grano, esto nos hace pensar que posiblemente además de su acción moderadamente tóxica sobre los insectos presente un efecto antialimentario o repelente, circunstancia que en experimentos posteriores se deberá dilucidar.

En lo referente a *Z. subfasciatus*, únicamente la cal y el chicalote resultaron prometedores en las tres variables. Alcanzaron porcentajes de eficiencia comparables, al menos bajo condiciones controladas de experimentación, a los obtenidos con la aplicación de productos químicos. Evento que no se repitió en *C. maculatus*, donde únicamente el chicalote tuvo cierto efecto de control con 26.2% de mortalidad, destacando sin embargo su eficacia en la disminución de emergencias y daño al grano, circunstancia semejante a la

sucedida con la ruda en *S. zeamais*. Es importante señalar que en *C. maculatus* no se tuvo la oportunidad de experimentar la cal, tratamiento que en las otras dos plagas desarrolló un control absoluto; lo que hace pensar que tal vez en esta ocurriesen efectos similares.

CONCLUSIÓN

Es primordial destacar nuevamente que todas las pruebas experimentales y resultados se lograron bajo condiciones de laboratorio, evento que pudiera mantenerse o tener alguna variación al efectuarse en condiciones de campo. Por otra parte los tratamientos prometedores, dada la dosis empleada y al no ser reconocidos como productos tóxicos, se estima no entrañan riesgos a la salud. Situación que no se da en el chicalote, planta identificada como tóxica por la presencia de dos alcaloides: berberina y proteopina (Aguilar y Zolla, 1982), lo que hace necesario realizar pruebas exhaustivas para determinar la pertinencia de su empleo.

Cuadro 2. Resultados de mortalidad, emergencias y daño al grano.

Tratamiento	Mortalidad %	Emergencia %	Daño al grano %
<i>Sitophilus zeamais</i>	98.9	0	0
Valeriana (<i>Valeriana officinalis</i>) Formulación polvo	98.9	0	0
Chicalote (<i>Argemone</i> sp.) Formulación polvo	43.3	0	0
Ruda (<i>Ruta graveolens</i>) Formulación polvo	100	0	0
Cal Formulación polvo			
<i>Zabrotes subfasciatus</i>	98.3	0	0
Chicalote (<i>Argemone</i> sp.) Formulación polvo	100	0	0
Cal Formulación polvo			
<i>Callosobruchus maculatus</i>	26.2	0	0
Chicalote (<i>Argemone</i> sp.) Formulación polvo			

Con estos resultados nos damos cuenta que aún existen alternativas de control económicas para los agricultores de zonas rurales o para quienes deseen implementar cultivos ecológicos. Esto es que tanto el huizache como el chicalote, valeriana y ruda, son plantas con propiedades bioinsecticidas que pueden disminuir considerablemente algunas de las plagas más importantes de almacén. Las especies señaladas se pueden emplear sin restricción ya que no causan daño al hombre o animales, a excepción del chicalote que es considerada como una planta tóxica por lo que tal vez pudiera emplearse únicamente en el tratamiento de semilla destinada a la siembra. No obstante, en esta planta en particular, hacen falta realizar más estudios para poder recomendar su empleo. Por otra parte y aunado a estos excelentes resultados, un elemento más que destaca por su efectividad es la cal, producto de uso bastante común en las antiguas regiones agrícolas pero que desafortunadamente en la actualidad ha sido desplazada por los fumigantes. Sin embargo, en estos experimentos ha quedado de manifiesto que la cal sigue siendo un elemento imprescindible para el control de plagas de granos almacenados (empleada en dosis y formulación correcta). Lo expuesto muestra sin lugar a dudas, la posibilidad de retornar a la agricultura ecológica u orgánica, en donde se emplean medios de control más acordes con el medio ambiente y repercuten indiscutiblemente en la notoria reducción de los residuos tóxicos.

LITERATURA CITADA

- Abbott, W., 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265-267
- Aguilar, C., A. y Zolla, C. 1982. Plantas tóxicas de México. Unidad de Investigación Biomédica en Medicina Tradicional y Herbolaria. Instituto

Mexicano del Seguro Social. Lafuente Impresores S. A. 271 pp.

De la Loma, J. L. 1966. Experimentación Agrícola. UTEHA. 2da Edición. México. 493 p.

Diamini, O. 2002. Pequeños productores rurales y agricultura orgánica: lecciones aprendidas en América latina y el Caribe. Documento del Fondo Internacional de desarrollo agrícola. Oficina de Evaluación y Estudio. Roma, Italia. 63 p.

FAO. 2003. Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Memorias de Taller. Costa Rica. p. 7.

Gudynas, E. 2003. Producción orgánica en América Latina. CLASE Centro Latino Americano de Ecología Social. Montevideo, Uruguay. pp. 1-6.

Labrador, M. J. y A. G. Cabanillas. 1990. La Agricultura Ecológica. Hojas Divulgadoras. Núm. 11/90 HD. España. p. 8.

Labrador, M. J. y A. G. Cabanillas. 1990. La Agricultura Ecológica. Hojas Divulgadoras. Núm. 11/90 HD. España. pp. 23-27.

Lagunes, A. 1994. Extractos, polvos vegetales y minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memoria. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, México. 35 p.

Torres, A. A; Y. R. Vidal; V. E. López y M. de la Torre. 2002. Guerra entre insectos y microorganismos: una estrategia natural para el control de plagas. *Avance y Perspectiva* vol. 21. pp. 291-295.

Torres, C. G. 2006. El campo mexicano: los caminos del desarrollo. Tercer Concurso Nacional e Internacional de Ensayo "El Hombre y la Tierra". pp. 139-170.

Torres, T. F. 1995. El sistema poscosecha en la alimentación nacional.: el Sistema poscosecha de granos a nivel rural. Problemática y Propuestas. Programa Universitario de Alimentos. UNAM. México. pp. 181-200.