

Efectividad y persistencia de la tierra de diatomeas en el control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) en semillas de maíz y su incidencia sobre la calidad

V. E. MAZZUFERI, R. H. GONÇALVEZ, M. TABLADA, D. GARCÍA

Se evaluó la eficiencia y persistencia de tierra de diatomeas (80% partículas < 10 µ) para el control de adultos de *Sitophilus zeamais* en semillas de maíz. Se usaron tres dosis (0,5, 1 y 2 kg/ton) de tierra de diatomeas (P-100%) y cuatro dosis (0,15, 0,25, 0,35 y 0,5 kg/ton) de tierra de diatomeas+deltametrina sinergizada con butóxido de piperonilo. Al cabo de 0, 30, 90 y 120 días de almacenamiento, se evaluó la persistencia de la tierra de diatomeas a través de la mortalidad de adultos y de la emergencia de la F1. En cada fecha (0, 30, 90 y 120 días) se colocaron 50 insectos adultos sobre 40 gramos de semilla tratada, registrándose el número de insectos muertos a los 15 y 21 días de exposición (velocidad de mortalidad). Al cabo de 15 días se retiraron sólo los insectos muertos y a los 21 días se retiraron todos los insectos, observándose la producción de descendencia (F1) 45 días más tarde. También se evaluó la incidencia de los tratamientos sobre la calidad de la semilla. El diseño estadístico correspondió a un modelo de parcelas divididas. Luego de 120 días se registró un satisfactorio nivel de mortalidad para las dosis de 2 kg/ton de tierra de diatomeas (P-100%) y de 0,5 kg/ton de tierra de diatomeas+deltametrina, y se observó que ambas dosis impidieron la reproducción de los insectos. Las pruebas de calidad demostraron que los tratamientos no afectaron la viabilidad ni el vigor de las semillas.

V. E. MAZZUFERI, R. H. GONÇALVEZ, M. TABLADA, D. GARCÍA. Facultad de Cs. Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). C.C. 509. 5000 Córdoba, Argentina. e-mail: vimazzu@agro.uncor.edu

Palabras clave: Tierra de diatomeas, *Sitophilus zeamais*, maíz.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la semilla y del grano de maíz es de gran importancia para productores, compradores y consumidores (LAZZARI, 1998). Hongos e insectos son los principales responsables de la pérdida de calidad por contaminación, consumo de materia seca, calentamiento de la masa de granos, pérdida de valor comercial (LAZZARI, 1998).

Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) es una plaga de granos almacenados de infestación primaria y de distribución cosmopolita. El maíz es su hos-

pedante favorito y puede infestar semillas tanto en el campo como en almacenamiento (WILLIAMS y FLOYD, 1970). Esta, y otras especies plagas de granos almacenados, puede ser controlada por medios físicos, químicos, con polvos inertes y con insecticidas a base de tierra de diatomeas (MUNRO, 1966; MUELLER, 1998).

Las diatomeas son los esqueletos fosilizados de algas unicelulares. Cuando los insectos entran en contacto con las diatomeas, su cubierta externa de cera se destruye, se deshidratan y mueren (SUBRAMANYAN *et al.*, 1998; ARTHUR, 2000 a). Numerosas publica-

ciones hacen referencia al control de plagas de granos almacenados con tierra de diatomeas, no obstante se observan disparidades respecto a dosis y a tiempos de protección brindados por los productos. Ello se debe a que la eficiencia como insecticida depende del tamaño de partícula del producto empleado (SHIN FOON CHIU, 1939), de sus características físicas y morfológicas (ARTHUR, 2000 a, b; KORUNIC, 1998), y de las condiciones de almacenamiento (STATHERS *et al.*, 2004). A su vez, la dosis dependerá del insecto a controlar (CARLSON y BALL, 1962; ARTHUR, 2000 a; KORUNIC, 1998), de la semilla a tratar (ATHANASSIOU *et al.*, 2003), de la formulación (KORUNIC, 1998), y del tiempo que dure el almacenamiento (STRONG y SBUR, 1963). En virtud que las diferentes formulaciones registradas como tierra de diatomeas no son igualmente eficaces para el control de insectos plagas de almacenamiento (KORUNIC, 1998), los objetivos del presente ensayo fueron:

Evaluar la eficiencia de dos formulaciones de tierra de diatomeas con 80% de partículas < 10 μ (P-100% y tierra de diatomeas +deltametrina sinergizada con butóxido de piperonilo) en el control de adultos de *S. zeamais* en semillas de maíz a los 15 y 21 de exposición (velocidad de mortalidad), y su persistencia durante cuatro meses de almacenamiento.

Analizar la eficacia de los tratamientos para inhibir la reproducción de *S. zeamais* en semillas de maíz.

Evaluar la incidencia sobre la calidad de semillas de maíz tratadas con diferentes dosis de tierra de diatomeas y tierra de diatomeas más piretroides.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico.

Las experiencias se llevaron a cabo con semillas de maíz, Población CE 99 (Campo Experimental/99). Para los bioensayos se utilizaron adultos, no sexados, de 1-2 semanas de vida de *S. zeamais* criados en cámara a 25°C y 60±5% de humedad relativa.

Calidad del producto empleado

Por medio de MEB se estableció que el 20% de las partículas median entre 30 y 40 μ y el 80% por debajo de los 10 μ .

Tratamientos.

La tierra de diatomeas (P-100%) en dosis de 0,5, 1 y 2 Kg/ton., y tierra de diatomeas +deltametrina sinergizada con butóxido de piperonilo (T. diatomeas 99,86%+piretroide, butóxido de piperonilo 0,14%), en dosis de 0,15, 0,25, 0,35 y 0,5 Kg/ton., se aplicó a lotes de 720 gramos de semillas de maíz. Una vez tratadas, las semillas se mezclaron energicamente para asegurar que una fina capa del producto cubriera adecuadamente su superficie. Posteriormente se acondicionaron en frascos plásticos con tapa y se almacenaron en cámara a 25°C y 60±5%. Cada dosis del producto fue considerada un tratamiento. Semillas no tratadas fueron utilizadas como testigo en las pruebas de calidad.

Bioensayos

Al cabo de 0, 30, 90 y 120 días después de efectuadas las aplicaciones (DDA), se realizaron bioensayos para evaluar cada uno de los tratamientos. Cincuenta insectos adultos (unidad experimental) se colocaron en recipientes que contenían 40 gramos de semilla tratada, se emplearon 3 repeticiones por tratamiento. Para cada tiempo de almacenamiento de la semilla tratada (0, 30, 90 y 120 días), se realizaron dos registros de mortalidad (%): uno al cabo de 15 días de haber colocado los insectos, procediéndose a retirar los insectos muertos, y otro a los 21 días retirándose los insectos vivos y muertos. Posteriormente las muestras permanecieron almacenadas durante 45 días a 25°C para evaluar la eficiencia de los diferentes tratamientos en inhibir la reproducción de los insectos. En esta oportunidad se registró el número de insectos emergidos.

Evaluación de la incidencia de los tratamientos sobre la calidad de la semilla.

Poder germinativo.

Al cabo de 120 días se evaluó el poder germinativo (PG). Para cada tratamiento se

emplearon 2 repeticiones de 50 semillas cada una. Las semillas se sembraron en arena y se colocaron en cámaras de germinación a 20°C-30°C, evaluándose el porcentaje de plántulas normales emergidas a los 7 días (PG) desde la siembra.

Vigor

Energía germinativa

A partir del ensayo de germinación y transcurridos 4 días después de la siembra, se evaluó el porcentaje de plántulas normales emergidas (EG).

Diseño experimental y análisis estadístico

Para identificar posibles diferencias entre los porcentajes promedios de insectos muertos producidos por los tratamientos, se realizó un análisis de la varianza para la variable mortalidad, considerando un modelo para un diseño en parcelas divididas, en el cual la parcela principal es el tratamiento (dosis) y la subparcela el momento de observación (DDA).

Los ensayos de calidad, se condujeron bajo un diseño completamente aleatorizado. Para probar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos los datos de PG y EG, fueron analizados mediante ANOVA.

El análisis se efectuó con el programa estadístico INFOSTAT (2004).

RESULTADOS

Para cada formulación utilizada, el análisis de la varianza para la variable mortalidad señaló una interacción significativa ($p < 0,0001$) entre el tratamiento (dosis) y el tiempo (DDA). Esta interacción indica que las respuestas bajo los tratamientos dependen del factor tiempo. A continuación se detallan los resultados obtenidos con cada formulación.

Tierra de diatomeas (P-100%)

En el Cuadro 1 se observan los valores promedios de los porcentajes de mortalidad correspondientes a los 15 y 21 días de exposición (DDE), para cada dosis y tiempo transcurrido desde su aplicación (DDA). Estas medias se representan en la Figura 1.

Los resultados muestran que el tiempo de almacenamiento de las semillas, luego de ser tratadas con tierra de diatomeas (P-100%), influye en la eficacia del tratamiento. Con todas las dosis ensayadas se obtuvo buen control (90 a 100% de mortalidad) en el almacenamiento de hasta 30 días, pero en períodos mayores la eficacia dependió de la dosis. Puede observarse también, que el tratamiento siempre estable fue el de 2kg/ton, manteniéndose su nivel promedio de eficacia sin diferencias significativas durante todo el tiempo que duró el ensayo.

Cuadro 1. Valores medios del porcentaje de mortalidad de adultos de *S. zeamais* a los 15 y 21 días exposición en semillas tratadas con Tierra de diatomeas (P-100%), según la dosis de producto y los días desde su aplicación

DDA ⁽¹⁾	DDE ⁽²⁾	Dosis (Kg/ton)		
		0.5	1	2
T ₀	15	93 c	99 c	100 c
T ₀	21	93 c	100 c	100 c
T ₃₀	15	90 c	99 c	100 c
T ₃₀	21	97 c	99 c	100 c
T ₉₀	15	77 b	98 c	98 c
T ₉₀	21	85 b	99 c	100 c
T ₁₂₀	15	64 a	83 b	97 c
T ₁₂₀	21	82 b	93 c	99 c

* Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente al 5%

(1) DDA: Días pos aplicación del producto hasta la exposición de los insectos.

(2) DDE: Días de exposición de los insectos.

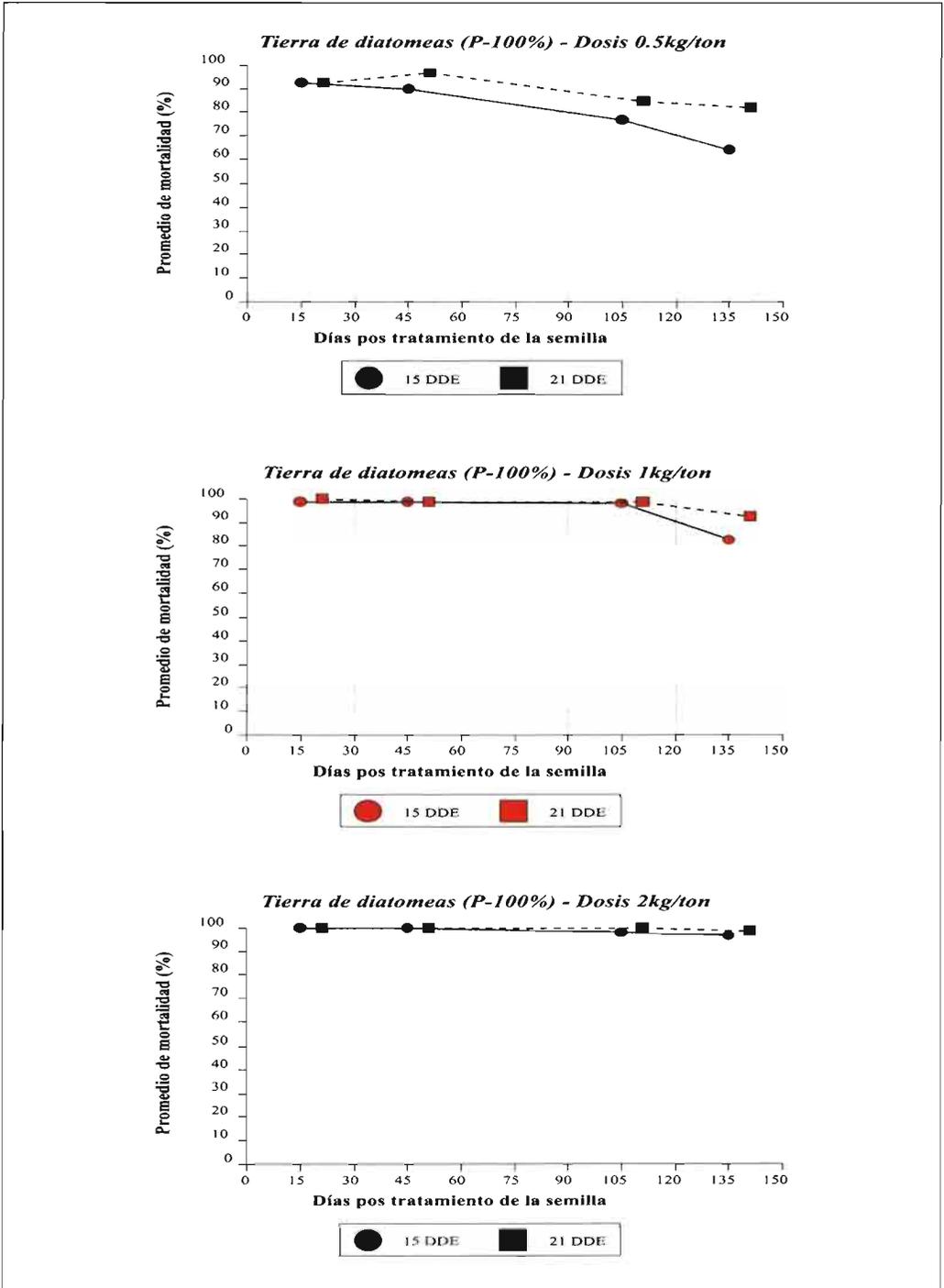


Figura 1. Mortalidad media (%) de adultos de *S. zeamais* en semillas de maíz tratadas con tierra de diatomeas (P-100%) en dosis de 0,5, 1 y 2kg/ton.

Cuadro 2. Valores medios del porcentaje de mortalidad de adultos de *S. zeamais* a los 15 y 21 días de exposición en semillas tratadas con Tierra de diatomeas + piretroide, según la dosis de producto y los días desde su aplicación

DDA ⁽¹⁾	DDE ⁽²⁾	Dosis (Kg/ton)			
		0,15	0,25	0,35	0,5
T ₀	15	91 d	99 d	100 d	100 d
T ₀	21	93 d	99 d	100 d	100 d
T ₃₀	15	83 d	89 d	97 d	99 d
T ₃₀	21	86 d	97 d	99 d	99 d
T ₉₀	15	17 a	57 c	65 c	98 d
T ₉₀	21	23 a	70 c	75 c	99 d
T ₁₂₀	15	6 a	37 b	44 b	91 d
T ₁₂₀	21	16 a	45 b	56 c	93 d

* Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente al 5%

⁽¹⁾ DDA: Días pos aplicación del producto hasta la exposición de los insectos.

⁽²⁾ DDE: Días de exposición de los insectos.

Tierra de diatomeas + piretroide

En el Cuadro 2 se observan los porcentajes de mortalidad promedio correspondientes a los 15 y 21 días de exposición (DDE), para cada dosis y tiempo transcurrido desde su aplicación (DDA). Estas medias se representan en la Figura 2.

En el uso de tierra de diatomeas+piretroide, la dosis de 0,5kg/ton fue la más eficiente presentado valores altos de mortalidad (de 91 a 100%) en todas las situaciones de almacenamiento sin evidenciar diferencias significativas entre los mismos. En las dosis restantes, los porcentajes de mortalidad correspondientes a los almacenajes de 0 a 30 días resultaron significativamente mayores que los valores correspondientes a los periodos de almacenaje de 90 y 120 días. Puede verificarse, que a medida que disminuye la dosis más rápida es la pérdida de residualidad del producto.

Eficiencia para inhibir la reproducción de los insectos

En relación a la eficiencia para inhibir la reproducción de los insectos, en la Figura 3 (que representa el número total de insectos emergidos en la lectura correspondiente a los 120 días de almacenamiento), puede apreciarse que las dosis de 0,5, 1 y 2 kg/ton de tierra de diatomeas tuvieron buen comportamiento, mientras que en los tratamientos correspon-

dientes a tierra de diatomeas+deltametrina sinergizada con butóxido de piperonilo, la dosis de 0,5 kg/ton fue la más efectiva.

Incidencia de los tratamientos sobre la calidad de las semillas

Los resultados de las pruebas de germinación (PG) y de vigor (EG), no presentaron medias estadísticamente diferentes, mostrando que la calidad no se vio afectada por los tratamientos dados a las semillas. En los Cuadros 3 y 4 se presentan los valores medios obtenidos en cada caso.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se acuerda con lo citado por numerosos autores en relación a las implicancias de la calidad del producto, tipo de formulación y el tiempo de almacenamiento sobre el control de adultos de *S. zeamais* en semillas de maíz.

CARLSON y BALL (1962) bajo condiciones de 60% de humedad relativa observaron una mortalidad del 99% de adultos de *S. oryzae* y *S. granarius* luego de exponerlos durante dos semanas a semillas de trigo tratadas con 5 lb (2,2 kg) de tierra de diatomeas (Perma-Guard) por tonelada, y determinaron que la dosis comercial recomendada para este producto (4lb/ton=1,8 kg/ton) solo controlaba la especie *Cryptolestes pusillus*.

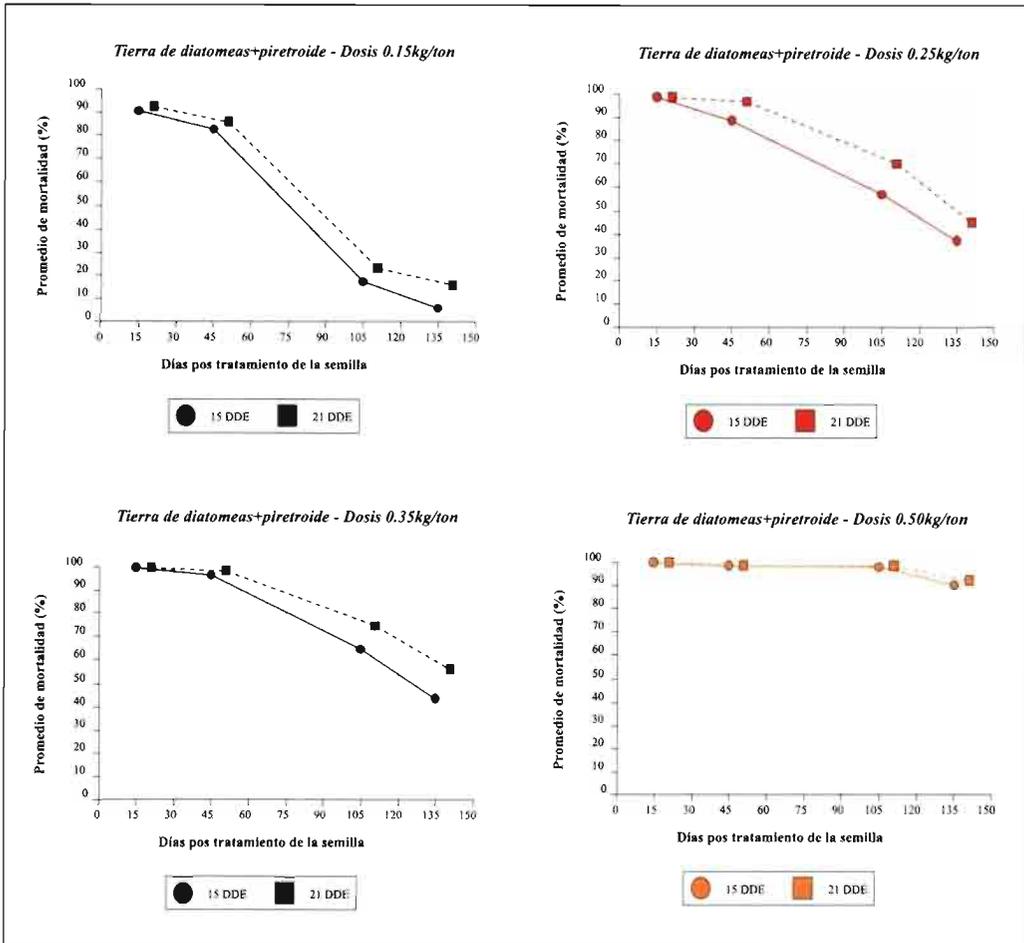


Figura 2. Mortalidad media (%) de adultos de *S. zeamais* en semillas de maíz tratadas con tierra de diatomeas + piretroide en dosis de 0.15, 0.25, 0.35 y 0.50kg/ton.

ATHANASSIOU *et al.* (2003), con una humedad relativa del $60\% \pm 5$, lograron un 65% de mortalidad de adultos de *S. oryzae* luego de colocarlos durante 14 días sobre semillas de maíz tratadas con 1,5 kg. de tierra de diatomeas (Silico-Sec) por tonelada, afirmando que deberían usarse tiempos de exposición mayores a 14 días y dosis más altas del producto. En nuestra experiencia, en condiciones de $60\% \pm 5$ de humedad relativa, se alcanzó el 99% de mortalidad de adultos de *S. zeamais* al cabo de 15 días de exposición con una dosis de 1kg de tierra de diatomeas por tonelada de

semillas de maíz. En los tratamientos de tierra de diatomeas+piretroide+butóxido de piperonilo, ese porcentaje de mortalidad de adultos se logró con una dosis de 0,25 kg/ton.

Asumiendo que los tratamientos se realizaron bajo similares condiciones ambientales y tiempos de exposición, se observa que los diferentes productos formulados a base de tierra de diatomeas no presentan igual eficiencia en el control de las diversas especies de insectos del género *Sitophilus*. Como lo señalan ATHANASSIOU *et al.* (2003) la eficiencia del producto variará con los diferen-

Cuadro 3. Valores promedio del porcentaje de plántulas normales a los 7 días desde la siembra de semillas de maíz con 120 días pos tratamiento, según la dosis de producto

Testigo	Tierra de diatomeas (P-100%)			T. diatomeas+deltam.+butóx.			
	0,5 kg/ton	1 kg/ton	2 kg/ton	0,15 kg/ton	0,25 kg/ton	0,35 kg/ton	0,5 kg/ton
99	97	99	96	98	96	98	99

* No se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (P>0,05)

+ Cada valor representa el promedio de 2 repeticiones de 50 semillas cada una.

Cuadro 4. Valores promedio del porcentaje de plántulas normales a los 4 días desde la siembra de semillas de maíz con 120 días pos tratamiento, según la dosis de producto

Testigo	Tierra de diatomeas (P-100%)			T. diatomeas+deltam.+butóx.			
	0,5 kg/ton	1 kg/ton	2 kg/ton	0,15 kg/ton	0,25 kg/ton	0,35 kg/ton	0,5 kg/ton
31	33.5	41	40	41	32	31	41.5

* No se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (P>0,05)

+ Cada valor representa el promedio de 2 repeticiones de 50 semillas cada una.

tes tipos de granos y semillas de acuerdo al espacio intergranario que permita a los insectos entrar en contacto con el producto. No obstante esto no explicaría la notable diferencia entre los resultados de esta expe-

riencia y los obtenidos por los autores antes mencionados que también trabajaron con semillas de maíz. Si bien se trata de dos especies de *Sitophilus*, no creemos que haya diferencias cualitativas y cuantitativas en los

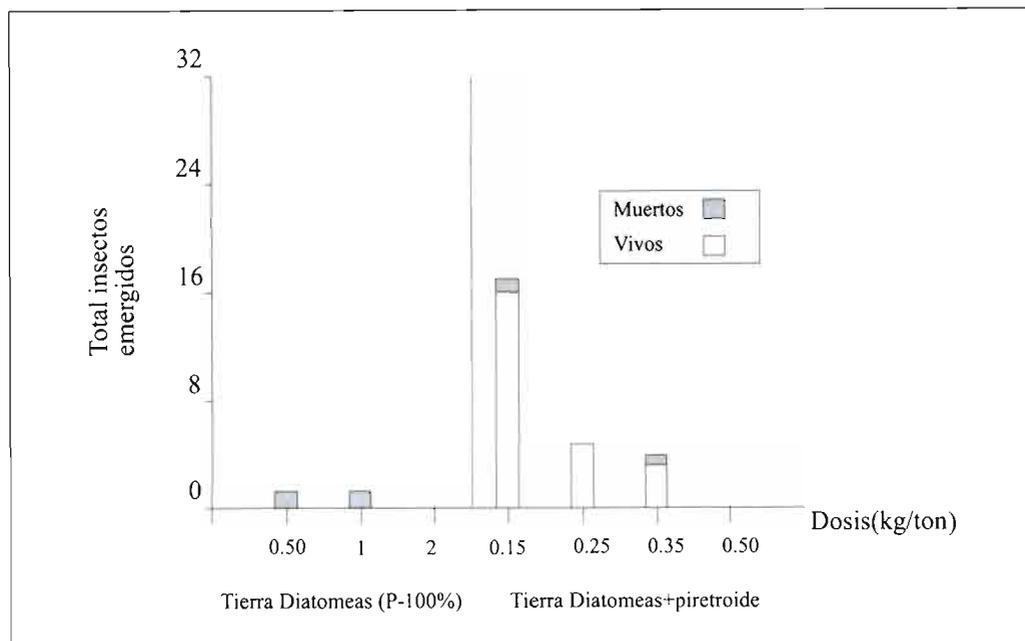


Figura 3. Número de insectos emergidos de semillas tratadas con diferentes dosis de Td y Td+piretroide. Observación correspondiente a los 120 días.

componentes de los lípidos cuticulares (SUBRAMANYAN *et al.*, 1998) tan marcadas que puedan explicar dichas diferencias, ni que se deba a diferencias entre las clases de grano de maíz empleadas en las experiencias. Más nos inclinamos a pensar que ello se debe a las características del producto empleado. STRONG y SBUR (1963) con una humedad relativa del $60\% \pm 5$ y una dosis de 4 lb (1,8 kg) de tierra de diatomeas (Dicalite IG 3, 47% de partículas $< 3 \mu$) por tonelada de semillas de trigo, alcanzaron un excelente nivel de control de adultos de *S. oryzae* y *S. granarius* hasta 6 meses después de haber realizado los tratamientos. En nuestro trabajo, si bien las dosis de 1 kg y 2kg de tierra de diatomeas (80% de partículas $< 10 \mu$) por tonelada de semillas de maíz arrojaron alto porcentaje de mortalidad (mayor a 95%), hasta los 90 días de efectuados los tratamientos, fue la dosis de 2kg/ton la que mostró estabilidad durante los cuatro meses que duró la experiencia. Para la combinación tierra de diatomeas+piretroide+butóxido de piperonilo, todas las dosis mostraron estabilidad e igual efecto hasta los 90 días pos tratamiento. Luego de ese lapso la única dosis que mantuvo su eficiencia fue la de 0,5kg siendo a su vez, claramente superior al resto; los valores más bajos de eficiencia se registraron con la dosis 0.15kg.

Otro aspecto importante en la selección de un producto, es lo que SUBRAMANYAN y ROESLI (2000) señalan como “velocidad de mortalidad” (*speed of kill*), estableciendo que a medida que se retrasa la mortalidad se da a los insectos la oportunidad de colonizar partes no tratadas de la masa de granos, reproducirse y producir progenie continuando con la infestación. Al respecto, durante los cuatro meses de almacenamiento de las

semillas usadas en nuestra experiencia, las dosis de 2 kg de tierra de diatomeas (P-100%) por tonelada de semillas y de 0,5 kg de tierra de diatomeas+piretroide+butóxido de piperonilo fueron muy eficientes, no necesitando tiempos de exposición mayores a 15 días para alcanzar altos niveles de mortalidad.

Además de lo que respecta a la mortalidad, la dosis seleccionada deberá ser efectiva en inhibir la reproducción de los insectos. A diferencia de los resultados obtenidos por ATHANASSIOU *et al.* (2003) con *S. oryzae* en maíz, en nuestra experiencia se observó que aún las dosis menores de tierra de diatomeas (P-100%) inhibieron la reproducción de los insectos. Esta diferencia en los resultados se debería al bajo porcentaje de mortalidad (65%) alcanzado por aquellos autores lo que produjo un alto número de F1 y subsecuente progenie (ATHANASSIOU, op. cit.).

Los comportamientos observados demuestran que la Tierra de diatomeas (80% de partículas $< 10 \mu$) es un producto eficaz para el control de *S. zeamais* en semillas de maíz. Una dosis de 2 kg de tierra de diatomeas (P-100%) por tonelada de semilla/grano y de 0,5 kg de tierra de diatomeas+deltametrina+butóxido de piperonilo, son adecuadas para el control de adultos de *S. zeamais* durante cuatro meses de almacenamiento a $60 \pm 5\%$ de humedad relativa. Además de ser las más eficaces se destacan por su estabilidad y “velocidad de mortalidad”. Dosis de 0,5, 1 y 2 kg de tierra de diatomeas (P-100%) por tonelada de grano/semilla y 0,5 kg de tierra de diatomeas +deltametrina sinergizada con butóxido de piperonilo permiten prevenir reinfestaciones. Las dosis ensayadas no alteran la viabilidad ni el vigor de las semillas.

ABSTRACT

MAZZUFERI V. E., R. H. GONÇALVEZ, M. TABLADA, D. GARCÍA. 2006. Efficacy and persistence of the diatomaceous earth for *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) control on maize seeds and its effects on seed quality. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 363-371.

The efficacy and persistence of diatomaceous earth (DE) (80% particles $< 10 \mu$) to control *Sitophilus zeamais* adults were evaluated on maize seeds. DE (P-100%) was applied

at three dose rates (0,5, 1 y 2 kg/ton of grain) and DE+deltamethrin+piperonyl butoxide at four dose rates (0,15, 0,25, 0,35 and 0,5 kg/ton of grain). Persistence of the DE was considered after 0, 30, 90 and 120 days storage by assessment of both adult mortality and F1 progeny emergence. On each date (0, 30, 90, 120 days) forty grams of treated seed were infested with fifty *S. zeamais* adults, and the weevil mortality was estimated after 15 and 21 days of exposure (speed of kill) on treated seed. After 15 d counts, only dead insect were removed, and at 21 d counts all insects were removed and progeny production was assessed 45 d later. The effect of the treatments on the quality of the seeds was also analyzed. The statistical design used was the split-plot. A satisfactory level of mortality was recorded after 120 d with 2 kg/ton of DE (P=100%) and 0,5 kg/ton of DE+deltamethrin and no progeny were produced at either rate. Quality assays indicated that the treatments did not affect germination or vigour.

Key words: Diatomaceous earth, *Sitophilus zeamais*, maize.

REFERENCIAS

- ARTHUR, F. H. 2000 a. Toxicity of diatomaceous earth to red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae): Effects of temperature and relative humidity. *Journal of Economic Entomology*, **93** (2): 526-532.
- ARTHUR, F. H. 2000 b. Impact of food source on survival of red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to diatomaceous earth. *Journal of Economic Entomology*, **93** (4): 1347-1356.
- ATHANASSIOU, C. G.; KAVALLIERTOS, N. G.; TSAGANOU, F. C.; VAYIAS, B. J.; DIMIZAS, C. B. y BUCHELOS, C. Th. 2003. Effect of grain type on the insecticidal efficacy of Silico Sec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Crop Protection*, **22** (10): 1141-1147.
- CARLSON, S. D. y BALL, H. J. 1962. Mode of action and insecticidal value of a Diatomaceous earth as a grain protectant. *Journal of Economic Entomology*, **55** (6): 964-969.
- INFOSTAT. 2004. *InfoStat versión 2004*. Grupo Infostat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- KORUNIC, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *J. Stored Prod. Res.*, **34** (2, 3): 87-97.
- LAZZARI, F. A. 1998. *Mantenimiento de la calidad de maíz y raciones. Control de plagas*. En: Granos. Simposio de almacenamiento cualitativo. Año III, N° XII: 42-45.
- MUELLER, D. K. 1998. *Stored product protection*. Insect Limited, Inc. Indianápolis, USA. 345 p.
- MUNRO, J. W. 1966. *Pests of stored products*. Hutchinson & Co. LTD. London. 234p.
- SHIN FOON CHIU. 1939. Toxicity studies of so called "inert" materials with the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Journal of Economic Entomology*, **32** (2): 240-248.
- STATHERS, T. E.; DENNIF, M. y GOLOB, P. 2004. The efficacy and persistence of diatomaceous earths admixed with commodity against four tropical stored product beetle pests. *Journal of Stored Products Research*, **40**: 113.123.
- STRONG, R. G. and SBUR, D. E. 1963. Protection of wheat seed with diatomaceous earth. *Journal of Economic Entomology*, **56** (3): 372-374.
- SUBRAMANYAN, B. H.; MADAMANCHI, N. y NORWOOD, S. 1998. Effectiveness of insecto applied to shelled maize against stored product insect larvae. *Journal of Economic Entomology*, **91** (1): 280-286.
- SUBRAMANYAN, B. y ROESLI, R. 2000. Inert dust. In: B. Subramanyan and D. W. Hagstrum Ed. Alternatives to pesticides in stored-product IPM. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. Pp. 321-380.
- WILLIAMS, R. N. y FLOYD, E. H. 1970. Flight habits of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Journal of Economic Entomology*, **63** (5): 1585-1588.

(Recepción: 24 enero 2006)

(Aceptación: 24 abril 2006)