

Dosis Óptima para *Prostephanus truncatus*, Residualidad y Fitotoxicidad de Clorpirifos metil y Deltametrina en Maíz Almacenado

Federico Facio Parra

UAAAN, Depto. de Fitomejoramiento CCDTS. Buenavista, Saltillo Coah. C.P. 25315 Tel. (844) 411-0377 Fax. 411-0236. e-mail: ffacio@uaaan.mx.

Gabriela Zamora Corvera, Sergio Jiménez Ambriz

UNAM, Unidad de Investigación de Granos y Semillas, Centro de Asimilación Tecnológica. Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Tel.: (55) 5880-9316, 5880-9440.

Eugenio Guerrero Rodríguez

UAAAN, Depto. de Parasitología Agrícola, Buenavista, Saltillo, Coah. México. C.P. 25315. Tel/Fax.: (844) 411-0226.

Abstract. *Optimal dose for Prostephanus truncatus, residuality and phytotoxicity of metil chlorpyrifos and deltamethrine in stored maize.* An important cause of loss of stored seed is the insect attack, concretely of the *Prostephanus truncatus*. (coleoptera: Bostrichidas) Horn. The damage this insect causes is reflected in the low germinating power of seed, reason why the optimal dose, the residual action, fitotoxicity and effectiveness, of chlorpyrifos metil and deltamethrine were evaluated, single and mixed insecticides with the fungicide, to determine his efficiency against *P. truncatus* in maize seed stored by a period of 210 days. In order to apply these products to the seed (Panther variety), the technique of residual film was used. The seed was infested with *P. truncatus*, in seven monthly periods. The phytotoxicity effects were determined during a storage period of 240 days, and tests of quality (germination and vigor, under conditions of accelerated aging) per periods of 60 days were made in four dates of sampling. Three repetitions for infestation of *P. truncatus* and for testing the phytotoxicity of seed were made, respectively, under these circumstances: with chlorpyrifos metil at concentrations of 12 up to 96 ppm, had a mortality rate from 50 to 98 % during a period of three to four months of storage. Deltamethrine caused 100 % of weevil mortality in all the storage periods. Sinergism in the mixtures of products was not observed. None of the products caused phytotoxicity to the seed and, therefore, it did not affect germination during the periods of storage; the lost of germination power obtained was caused by storage periods.

Key words: persistence of insecticides, big bore grain (*Prostephanus truncatus*), germination, vigor, corn.

Resumen. Una causa importante de la pérdida de semilla almacenada es el ataque de insectos, concretamente del *Prostephanus truncatus* (coleoptera: Bostrichidas) Horn. El daño que este insecto provoca se refleja en el bajo poder germinativo de la semilla, por lo que se evaluó la dosis óptima, la acción residual, fitotoxicidad y efectividad, de los insecticidas Clorpirifos metil y Deltametrina, solos y mezclados con el fungicida Captan, para determinar su eficiencia contra *P. truncatus* en semilla de maíz almacenada por un período de 210 días. Para aplicar estos productos a la semilla (variedad pantera), se utilizó la técnica de película residual. La semilla se infestó con *P. truncatus* en 7 períodos mensuales. También se determinaron los efectos de fitotoxicidad durante un período de almacenamiento de 240 días, y se realizaron pruebas de calidad (germinación y vigor, bajo condiciones de envejecimiento acelerado) por períodos de 60 días, en 4 fechas de muestreo. Se hicieron 3 repeticiones para la infestación de *P. truncatus* y para la prueba de fitotoxicidad de la semilla, respectivamente; bajo estas circunstancias, con Clorpirifos metil a concentraciones de 12 hasta 96 ppm se tuvo una mortalidad de 50 a 98 % durante un período de 3 a 4 meses de almacenamiento. La Deltametrina causó un 100 % de mortalidad al gorgojo en todos los períodos de almacenamiento. No se observó sinergismo en las mezclas de los productos con captan. Ninguno de los productos causó fitotoxicidad a la semilla y, por ende, no afectó la germinación durante los períodos de almacenamiento; la pérdida de germinación que se obtuvo fue ocasionada por los períodos de almacenamiento.

Palabras clave: persistencia de insecticidas, barrenador grande (*Prostephanus truncatus*), germinación, vigor, maíz.

Introducción

El maíz es uno de los cultivos básicos principales en México del que se siembran 8.1 millones de hectáreas anuales (SNICS, 1998). La calidad y poder germinativo de la semilla que se utiliza para siembra puede ser altamente durable, dependiendo del cuidado que se le dé y de las condiciones de almacenaje que propicien mantener la semilla por años (Ramírez, 1982). Una causa importante de la pérdida de semilla almacenada, es el daño que provocan los insectos, que en muchas ocasiones se constituyen como el principal factor limitante para la conservación de granos y semillas; es el caso de *P. truncatus* Horn, una de las plagas más devastadoras, ya que si se encuentra en condiciones que favorezcan su desarrollo, puede provocar en poco tiempo pérdidas de hasta el 30 % (Golob y Hodges, 1982). Su distribución comprende el sur de los Estados Unidos de América, toda Latinoamérica, así como África (Krall, 1984).

Para el combate de insectos en granos almacenados, se usan primordialmente insecticidas; sin embargo, en condiciones de un manejo inadecuado, se puede generar resistencia a estos químicos, además de que se incrementan los costos de almacenaje (Ramírez, 1978).

Respecto al combate de *P. truncatus*, Quinlan *et al.* (1979) señalan que la vida media útil de Clorpirifos fue calculada en 4.4 meses; sin embargo, Dales y Golob (1997) mencionan que la mezcla de Deltametrina y Clorpirifos metil, proporciona protección completa de por lo menos durante 9 meses contra esta plaga.

Con respecto a los diferentes sistemas de almacenamiento de semilla tratada con insecticidas contra este gorgojo, Richter *et al.* (1997) señalan que la deltametrina fue más eficaz en graneros tradicionales.

Para la fitotoxicidad de insecticidas en semilla de maíz, Lahue (1976) observó que el Clorpirifos metil no afectó la germinación en forma significativa; sin embargo, se detectó que el maíz mostró, en general, una ligera declinación de la viabilidad.

A partir de que se carece de información del efecto de Clorpirifos metil y Deltametrina solo y en combinación con Captan sobre poblaciones de *P. truncatus*, en México, y la efectividad y residuabilidad de estos productos y su posible impacto en la fitotoxicidad y calidad fisiológica de la semilla, se realizó el presente estudio para determinar: la dosis óptima de Clorpirifos metil y Deltametrina, solo y en combinación con Captan, para el control de *P. truncatus* en almacenamiento controlado; el efecto residual de los productos antes mencionados para el control de *P. truncatus* y, el efecto de fitotoxicidad del Clorpirifos metil y Deltametrina en semillas de maíz almacenado.

Materiales y Métodos

Bioensayos. Para realizar el estudio, se estableció una colonia de *P. truncatus* donde el incremento se calculó a partir de 300 insectos adultos de ambos sexos; que se colocaron en frascos de vidrio con 500 g de maíz por un período de 5 días. Después de este tiempo de oviposición, los adultos fueron removidos, para que quedarán únicamente los individuos jóvenes, los cuales fueron depositados en los frascos con maíz, y mantenidos en una cámara de cría, a una temperatura de 25 ± 1 °C, con 70 % de humedad relativa y un fotoperíodo de 18 a 6 horas de luz-oscuridad, hasta obtener la siguiente generación. Este procedimiento fue repetido cada mes, con el propósito de tener insectos de una misma edad y utilizarlos en las diferentes fechas de infestación mensual, por un período de 7 meses. Para estos bioensayos se utilizó el maíz híbrido blando harinoso, lo cual ayudó a determinar las concentraciones para el estudio.

Los insecticidas utilizados fueron Clorpirifos metil y Deltametrina, solos, y mezclados con Captan en diferentes concentraciones, las cuales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Insecticidas-fungicidas utilizados y las diferentes concentraciones.

Producto	Concen- tración (ppm)				
Clorpirifos metil	0.125	12	24	48	96
Clorpirifos metil + Captan	0.125+12	12+12	24+12	48-12	96+12
Deltametrina	0.4	0.5	1	2	4
Deltametrina + Captan	0.4+12	2+12	4+12	8+12	6+12

En todos los tratamientos, la semilla se mezcló con las dosis de los insecticidas-fungicidas para lo cual se utilizaron frascos de vidrio 300 ml donde se colocaron 250 g de semilla por frasco, que se conservaron en almacenamiento a 75 % de HR, 25 ± 2 °C de temperatura, en un fotoperíodo de 18 a 6 horas de luz-oscuridad. Se manejaron 19 tratamientos más un testigo, con tres repeticiones, en cuatro períodos de muestreo, lo que hace un total de 240 recipientes, para estimar el tiempo de persistencia de los productos sobre *P. truncatus*. Cada frasco con semilla tratada se infestó con 20 insectos jóvenes, sin diferenciar sexo; 24 horas después se tomaron datos de mortalidad, para lo cual se utilizó un tamiz para separar la semilla de los gorgojos vivos y muertos; posteriormente, los insectos

vivos se regresaron a los frascos, y se almacenaron durante 30 días. Así, durante 7 meses, se realizaron nuevos conteos de larvas, pupas y adultos descendientes de los gorgojos sobrevivientes, y se estimó el número de semillas dañadas. La mortalidad de *P. truncatus* en el testigo se corrigió por la fórmula de Abbott (1925) y se analizó por el programa estadístico Polo PC (Leora, 1987). Para estimar la concentración letal al 50 y 90% (CL_{50} y CL_{90}), los resultados se graficaron en papel logaritmo-probit. En el caso de los bioensayos, cuyos datos no fue posible analizar por el programa Polo PC se realizó un análisis aritmético.

Pruebas de Calidad. Con las semillas sanas o dañadas por insectos resultantes de los bioensayos, se realizaron pruebas para estimar la calidad fisiológica a través de germinación estándar y vigor por envejecimiento acelerado; el porcentaje de estos parámetros se determinó con base a las normas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1999) lo que ayudó a establecer aspectos de fitotoxicidad. Las pruebas de fitotoxicidad se corrieron cada dos meses, con muestras de la semilla tratada con los productos evaluados y sin exposición a insectos. Se obtuvo un total de 60 unidades experimentales del híbrido/tratamiento/muestra. La forma de almacenamiento fue igual a la ya descrita y el período de estudio fue de 240 días.

Para el análisis estadístico de las variables evaluadas, se usó un diseño de parcelas divididas con arreglo completamente al azar; se consideró el período de almacenamiento como parcela grande y los tratamientos como parcela chica, con tres repeticiones por tratamiento. Se realizaron pruebas de comparaciones de medias por Duncan al 0.05 de probabilidad. Los datos de germinación estándar antes y después de la prueba de envejecimiento acelerado fueron transformados por medio de arcoseno (Steel y Torrie, 1986). Para los casos donde se presentaron valores de cero, se utilizó arcoseno; en las variables que presentaron valores de cero y en la prueba en general, se utilizó la transformación para cumplir con los supuestos de normalidad, independencia y varianza común; en los errores experimentales de los análisis, se hizo comparación de medias por Duncan (Steel y Torri, 1986).

Resultados y Discusión

El Clorpirifos metil solo y mezclado con Captan, en la concentración de 0.125 ppm, se utilizó como testigo convencional durante los bioensayos, por ser la recomendación comercial. Al respecto se puede comentar que en los 3 primeros meses ocasionó una mortalidad en la población de *P. truncatus*, que varió de 20 a 40%, lo que implica que la concentración recomendada para este

producto, no es suficiente para la plaga. En el 6o. período de almacenamiento presentó una mortalidad del 60 y 90%, provocada probablemente, por la selección aleatoria de individuos que fueron más tolerantes al tóxico.

En la concentración de 12 ppm del Clorpirifos metil solo y mezclado con Captan, se observó mejor efectividad, ya que alcanzó un 70% de mortalidad en el primer bioensayo, aunque la eficiencia disminuyó a partir de los 30 días a menos de 20%, pues presentó una degradación paulatina en el resto de los bioensayos.

Para la concentración de 24 ppm de Clorpirifos metil solo y mezclado con Captan, el mejor efecto en la mortalidad de adultos de *P. truncatus* se dio (98%) en los primeros 30 días, ya que a los 90 días, disminuyó de 25 a 30% de mortalidad; a partir de los 120 días, el efecto fue de sólo del 10 %, lo cual hace patente un efecto sin gran relevancia para el combate del gorgojo; debido a la degradación del producto a esta concentración, a partir del primer mes.

La concentración de 48 ppm de Clorpirifos metil solo y mezclado con Captan, en el primer bioensayo, causó mortalidad del 100%; a 30-60 días la mortalidad bajó a 40-60%, y a partir de los 90, hasta 210 días; la mortalidad del gorgojo grande fue muy pobre, lo cual demuestra que aun a esta concentración, después de los 30 días, es ineficiente.

La concentración de 96 ppm de Clorpirifos metil solo y mezclado con Captan, originó en los primeros 3 bioensayos alta mortalidad, misma que varió de 98-100%, aunque perdió efectividad para los siguientes 4 períodos de almacenamiento. Este producto tuvo mejor eficiencia en las concentraciones de 24 y 48 ppm sólo en el primer bioensayo, y con la dosis de 96 ppm la mortalidad se mantuvo alta durante 60 días. Es conveniente comentar que las pequeñas diferencias que se observan en la mortalidad, entre el insecticida solo y mezclado con Captan se debe a que los adultos del insecto no se diferenciaron en sexo y en edad, de manera muy precisa.

La pérdida de persistencia por efecto de degradación de Clorpirifos metil en 4 fechas de estudio muestra que a través del tiempo las concentraciones de insecticida para matar al 50% de la población, se incrementan notoriamente; así, para la primera fecha de aplicación del tóxico, la CL_{50} fue de 1.23 ppm para Clorpirifos metil solo, y de 11.14 ppm para la mezcla con Captan, pero para los estudios a 30 y 60 días, se incrementó de 35 a 47 ppm, tanto para el producto solo como en mezcla, es decir, alrededor de 40 veces más de tóxico; en otras palabras, el producto redujo su acción de 30 a 40 veces en un tiempo de 30 a 60 días. Para el estudio a 120 días (C_5 y CC_5), el fosforado se degradó aún más, por lo que requirió al nivel del CL_{50} , concentraciones de 272 a 2,745 ppm; esto indica que el

efecto del tóxico fue nulo, como ya se discutió anteriormente. Las respuestas concentración-mortalidad indican resultados muy parecidos entre sí; esto obedece a que se tuvo una línea de *P. truncatus* muy estable, y que las diferencias en posiciones entre bioensayos en las diferentes fechas de estudio fueron por efecto de la degradación del producto. La CL_{90} no se discute, ya que las concentraciones que se requirieron para matar al 90 % de la población fueron muy grandes.

El Cuadro 2 se muestra el número de semilla dañada por *P. truncatus* a 24 h, lo que no es muy representativo, dado que sólo se observan pequeñas mordidas de alimentación en el pericarpio producidas antes de que los insectos murieran por efecto del tóxico; sin embargo, al término de 30 días, para cada bioensayo y al conjuntar el total de semilla dañada en las concentraciones del Clorpirifos metil en la aplicación del primer bioensayo, resultó que el daño fue estadísticamente menor y diferente al resto de los tratamientos, esto influenciado por la eficiencia del producto, lo que implica que las hembras ovipositaron menos huevecillos debido a la mayor mortalidad.

A 120 días se tuvo menor daño, lo que pudo estar influenciado por la relación de los machos y las hembras que se estudiaron y que, por efecto del azar, pudo haber sido menor el número de hembras, lo que ocasionó una disminución en el número de huevecillos, el cual se reflejó en menos semilla dañada.

Cuadro 2. Número promedio de semilla dañada por *P. truncatus* Horn, en diferentes períodos de almacenamiento y tratada con Clorpirifos metil solo y mezclado con Captan.

*Período de Almacén	Clorpirifos metil	Semilla Dañada 30 Días	%
30	133	A	11.95
60	618	C	55.97
90	683	C	64.86
120	393	B	35.59
150	620	C	56.15
180	653	C	59.14
210	698	C	63.22

* En un período de junio a diciembre del 2000.

Los datos obtenidos para la Deltametrina sola y combinada, no fueron analizados, ya que a simple vista, se pudo detectar que el producto presentó un efecto favorable para la mortalidad (98 al 100 %) de los insectos, aun con la dosis más baja durante los siete meses de

almacenamiento, como se puede observar en el cuadro 3.

Pruebas de calidad

También se puede observar que no hubo efectos tóxicos por el Clorpirifos metil sin insectos y con insectos, en la germinación, en el envejecimiento acelerado, durante los primeros períodos de almacenamiento, y que a partir de estos períodos la semilla mostró una ligera declinación de la germinación, debido probablemente a los períodos de almacenamiento y no a los efectos de los insecticidas; sucedió lo mismo con Deltametrina solo y en combinación con Captan.

Cuadro 3. Efecto del insecticida Deltametrina solo y mezclado con Captan, en la mortalidad de *P. truncatus*, durante diferentes períodos de almacenamiento.

Concentraciones Deltametrina	% de Mortalidad (ppm) junio-diciembre*	
0.50	100.00	100.00
1.00	75.00	100.00
2.00	98.33	100.00
4.00	75.00	100.00
Deltametrina + Captan		
0.40 + 12	95.00	100.00
2.00 + 12	100.00	100.00
4.00 + 12	100.00	100.00
8.00 + 12	100.00	100.00
16.00 + 12	85.00	100.00
Testigo**	0.00	3.33

* En todos los meses de estudio se obtuvo el mismo porcentaje de control.

** De agosto a octubre, la mortalidad varió de 1.67 a 5 %.

Según los resultados obtenidos en la germinación estándar y en el envejecimiento acelerado, los insecticidas utilizados en esta investigación no provocaron anomalías a la semilla en los primeros 3 períodos de almacenamiento; y las que se presentaron, se debieron, probablemente, al período de almacenamiento, lo que indica que no existe daño en la germinación causado por efecto de los insecticidas.

Conclusiones

El Clorpirifos metil a concentración de 24 a 96 ppm es recomendable para el control de *P. truncatus*, por un período de 90 días (3 meses); este control es de un 98 %. Igualmente recomendada para el Clorpirifos metil +

Captan, ya que el Captan no influyó para el control del gorgojo. En caso de probables reinfestaciones, se recomienda usar concentraciones más altas aunque el costo se incrementa por el uso del producto.

La Deltametrina sola o mezclada con el Captan, que tampoco tuvo algún efecto aleatorio con la Deltametrina, es recomendada por períodos de 210 días (7 meses), para el control del *P. truncatus* en todas las concentraciones evaluadas.

El Clorpirifos metil no fue tóxico para la semilla y la disminución de la germinación (de un 15 %) se debió más a los períodos de almacenamiento.

La Deltametrina en todas las concentraciones evaluadas durante los 240 días de almacenamiento, no causó daño en la germinación de la semilla.

El poder residual resultó ser bajo para Clorpirifos metil solo y en mezcla con Captan.

Literatura Citada

- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265-267.
- Dales-MJ, Golob-P. 1997. The protection of maize against *Prostephanus truncatus* (Horn.) , using insecticide sprays in Tanzania. *International -J. of Pest Manag.* 43(1), 39-43;
- Golob, P. and Hodges, R.J., 1982. Study of an outbreak of *Prostephanus truncatus* (HORN.) in Tanzania. *Tropical Development and Research Institute (formerly TPI) Report G164, v+22pp.*
- Krall, S., 1984. A new threat to farm-level maize storage in West Africa: *Prostephanus truncatus* (HORN) (Coleoptera: Bostrichidae). *Tropical Stored Products Information*, 50, 26-31
- Lahue, D.W. 1976. Grain protectants for seed corn, *J. Econ. Entomol.* 69 (5):652-654.
- Leora, SOFTWARE. 1987. POLO-PC. A user's manual for probit or logit analysis LeOra Software, Berkeley, CA.
- ISTA. 1999. International rule for seed testing rules. *Seed Science and Technology. International Seed Testing Association. Supplement 24. p.*
- Quinlan, J.K., G.D. Withe, J.L. Wilson, L.I. Davidson and L.H. Hendricks. 1979. Effectiveness of chlorpyrifos-methyl and malathion as protectants for high moisture stored wheat, *J. Econ. Entomol.* 72:90-93 Manhattan U.E.A.
- Ramírez, M. M. y J. L. Gutiérrez D. 1982. Daños por *Prostephanus truncatus* Horn. (Coleoptera:

Bostrichidae) al maíz cacahuacintle. *Folia Entomológica.* Pp. 54- 67.

Ramírez, G.M. 1978. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Ed. CECSA. México. 300 p.

Richter, J., A. Biliwa, H.S. Henning. 1997. Losses and pest infestation in different maize storage systems with particular emphasis on *Prostephanus truncatus* Horn (Coleoptera:Bostrichidae) in Togo. *Service of the Protection des Vegetaux.* 70(6), 112-116.

SNICS. 1998. Base de datos www.sagar.gobmx/snics.html. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

Steel, R.G. y J.H. Torrie. 1986. Bioestadística. Principios y procedimientos 2a. Ed. McGraw Hill. México. 298 p.



10th International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production



Third and Final Announcement "Registration Call For Papers"

**28 - 30 June, 2005
Saltillo, Coah. México**