

# Control del *Sitophilus zeamais* Motschulsky en Almacén con Aplicación de Clorpirifos Metil y Deltametrina y su Efecto en la Calidad de Semilla de Maíz

Elly Bacópulos Mejía, Federico Facio Parra y Mario E. Vázquez Badillo  
CCDTS, UAAAN.25315 Buenavista, Saltillo, Coah, Tel. (844) 411 02 36.

Eugenio Guerrero Rodríguez

Depto. de Parasitología. UAAAN. 25315 Buenavista, Saltillo, Coah., Tel.(844) 411 02 26.

Víctor Zamora Villa. Depto. de Fitomejoramiento. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., Tel. (844) 411 02 97

Sergio Jiménez Ambriz. UNIGRAS-FES-UNAM. 54729 Cuautitlán, Ixcalli, Edo. de México Tel. (55)5880-9316.

**Abstract.** Control of stored *sitophilus zeamais* Motschulsky with Clorpyrifos metil and Deltametrina, and its effect in corn seed quality. In this work, 4 concentrations of Clorpirifos metil and 4 of Deltametrina were evaluated, alone and in a mixture with Captan, attempting to control *Sitophilus zeamais*, determining the persistence of each insecticide through samplings every 30 days by a period of 210 days, as well as the phytotoxicity in the quality of maize seed of floury characteristics, with and without insect infestation. Probit analyses were performed with insecticides, alone and in mixture, and also for the quality of the seeds, the parameters were evaluated under a divided plot design. The main plot represented storage time and the small plot represented treatments (products and dosage). A Duncan test of average comparison at 0.5 was made, whereas the standard germination and accelerated aging transformed by means of arc sine at 0.05%). For the case of Clorpirifos metil, a concentration of 1.5 to 2 ppm protected the maize seed o the *Sitophilus zeamais* attack for 60 days, from 3 to 4 ppm for 90 days, from 6 to 8 ppm for 150 days and from 12 to 16 ppm up to 210 days with 100 % of control. Regarding Deltametrina it was found that concentration of 2 to 4 ppm protects the maize seed of damage of the weevil of maize for 60 days, at 8 ppm for 150 days and at 16 ppm up to 210 days, with 100 % of control. The bioassay analyses indicated for both insecticides a degradation of the products as the time elapsed. The concentrations did not cause phytotoxicity effects and therefore they did not affect the germination or the vigor through the storage time. No effects of synergism or antagonism in the insecticide and fungicide mixture were detected. In the standard germination and accelerated aging tests, with and without insects, the treatments with Clorpirifos metil obtained a smaller answer in germination, lenght of plumule and radicula with respect to those containing Deltametrina; but without being statistically different.

**Key words:** phytotoxicity, vigor, accelerated aging, germination, presistence of insecticides in the seed.

**Resumen.** En este trabajo se evaluaron cuatro concentraciones de Clorpirifos metil y cuatro de Deltametrina, solas y mezcladas con Captan, contra *Sitophilus zeamais*, para determinar la persistencia de cada insecticida, a través de muestreos cada 30 días, por un periodo de 210 días, así como la fitotoxicidad en la calidad de semilla de maíz de características harinosas, con y sin infestaciones de insectos. Se realizaron análisis probit para las pruebas con insecticidas solos y mezclados, y para la calidad de la semilla, se evaluaron los parámetros bajo un diseño de parcelas divididas, donde los tiempos de almacenamiento fueron la parcela mayor; los productos y dosis, la menor. Se realizaron pruebas de comparación de medias por Duncan al 0.05, mientras que la germinación estándar y envejecimiento acelerado se transformaron por medio de arco seno (al 0.05 %). Para el caso del Clorpirifos metil en concentraciones de 1.5 y 2 ppm, la semilla de maíz se protegió del ataque de *S. zeamais* por

60 días; de 3 a 4 ppm, por 90; de 6 a 8 ppm, por 150; y de 12 a 16 ppm, hasta por 210 días, siempre con un 100 % de control. Para la Deltametrina se encontró que en concentraciones de 2 a 4 ppm, la semilla de maíz se protegió del daño del gorgojo por 60 días; a 8 ppm, por 150 días, y a 16 ppm hasta 210 días, con un 100 % de control. Los análisis de los bioensayos indicaron que, al paso del tiempo, existió una degradación de ambos insecticidas. Las concentraciones no causaron efecto fitotóxico y, por ende, no afectaron la germinación ni el vigor durante el tiempo de almacenamiento. No se detectó efecto de sinergismo o antagonismo en las mezclas de los insecticidas con el fungicida. En las pruebas de germinación estándar y envejecimiento acelerado con y sin insectos, los tratamientos con Clorpirifos metil obtuvieron una respuesta menor de germinación, de longitud de plúmula y de radícula, con respecto a aquéllos que contenían Deltametrina, aunque estadísticamente no fueron diferentes.

**Palabras clave:** fitotoxicidad, vigor, envejecimiento acelerado, germinación, persistencia de insecticidas en la semilla.

### Introducción

En México, uno de los cultivos básicos de mayor importancia es, sin duda alguna, el maíz, lo que se demuestra con los 8 millones de hectáreas que se cultivan. Las causas fundamentales que llevan a no contar con el cultivo en suficiencia son los bajos rendimientos y las pérdidas de poscosecha debido a las plagas, las enfermedades, los problemas climáticos y el almacenamiento inadecuado; además de la falta de semilla de buena calidad y el uso incorrecto de productos químicos. Una de las etapas más críticas para el maíz es la de llenado (madurez fisiológica), debido a la pérdida de humedad de la mazorca en el campo hasta la cosecha, lo que propicia el ataque de pájaros e insectos que favorecen el ingreso de patógenos, así como el desarrollo de los insectos típicos de almacén (Gutiérrez y Güemes, 2000).

Actualmente, en el tratamiento químico de semillas se utilizan mezclas de insecticidas y fungicidas con el fin de proteger a la semilla durante su almacenamiento; sin embargo, los productos químicos y las concentraciones aplicadas pueden causar toxicidad, tanto en la semilla como en las plántulas, además de crear resistencia de plagas y enfermedades, lo cual obliga a estudiar nuevos productos que presenten igual o mejores resultados en su control y que, además, no dañen la calidad de la semilla durante su almacenamiento (Monsanto, 2002). Al respecto, es importante determinar los efectos que causa en la semilla el uso de los productos como el Clorpirifos metil y la

Deltametrina, su eficacia en los insectos problema, así como su efecto residual, a través del tiempo.

### Materiales y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología en Semillas (CCDTS) de la Universidad, donde se realizaron las pruebas de análisis de calidad, y en la Unidad de Investigación en Granos y Semillas (UNAM), donde se realizaron las infestaciones, multiplicaciones y pruebas de mortandad de los insectos bajo diferentes concentraciones de los tóxicos. Se utilizó semilla híbrida de maíz blanco harinoso, y con un contenido de humedad de un 12 %, libre de impurezas, sin clasificación por tamaño y forma.

Los tratamientos químicos aplicados a la semilla y sus concentraciones se desglosan con detalle, posteriormente.

### Productos utilizados

**Clorpirifos metil.** Actúa por contacto e ingestión (43.2 % i.a./L).

**Captan.** Se utiliza contra hongos de almacén, relativamente no tóxico en plantas y animales, compatible con otros insecticidas (15.5 % i.a./kg).

**Deltametrina.** Piretroide que actúa por contacto e ingestión contra plagas de almacén, e impide la reinfestación por un período de 3 a 6 meses (2.50 % de i.a./L).

### Incremento de poblaciones

Se introdujeron semillas de maíz blando en recipientes de cristal de 4 L, a los que se les agregaron 300 gorgojos adultos por kg de semilla para incrementar poblaciones; cada mes se cambió el material para lograr derivar nuevas poblaciones y así asegurar que los individuos fueran de la misma edad, al utilizarlos en los diferentes tratamientos, en los tiempos de infestación según correspondiera.

### Bioensayo

El almacenamiento de todos los tratamientos fue a 26 °C y a 80 % de humedad relativa (HR). El efecto de los insecticidas Clorpirifos metil y Deltametrina, solos y mezclados con Captan, en las diferentes concentraciones evaluadas (Cuadro 1) se midió a través de 7 infestaciones, una cada 30 días hasta 210 días. Es importante destacar que todos los tratamientos se aplicaron en una sola fecha para determinar el tiempo de protección de cada uno. En cada tratamiento se incluyeron 4 repeticiones. Para cada repetición se utilizó un recipiente de vidrio, a los que se les introdujeron de 80 a 85 g de semilla y 20 adultos de *S. zeamais*, sin diferenciarles el sexo. Además, en cada

tratamiento se corrieron pruebas fisiológicas después de cada evaluación y análisis de calidad de la semilla (30 días); en el caso de las pruebas de fototoxicidad, los diversos tratamientos de semilla, con o sin insectos, se evaluaron cada 60 días.

**Cuadro 1.** Productos y concentraciones utilizados en los tratamientos de semilla de maíz.

Productos	Concentraciones (ppm)
Clorpirifos metil	2
	4
	8
	16
Clorpirifos metil + Captan	1.5 + 12
	3 + 12
	6 + 12
	12 + 12
Deltametrina	2
	4
	8
	16
Deltametrina + Captan	2 + 12
	4 + 12
	8 + 12
	16 + 12
Testigos	
Dosis comerciales	6 + 12
	1
	1 + 12
	0

### Parámetros evaluados

**Mortalidad de Insectos.** Para determinar el efecto insecticida, los conteos de los insectos vivos y muertos se realizaron a las 24 h. Las evaluaciones se iniciaron un día después de la aplicación para así establecer el por ciento de eficiencia de los productos a través del tiempo.

### Pruebas Fisiológicas (parámetros de calidad)

1. La germinación estándar se realizó en cada tiempo de almacenamiento, conforme a las reglas de la Internacional Seed Testing Association (ISTA), para lo cual se colocaron cada 30 días, 4 repeticiones de 50 semillas, en toallas de papel húmedo, que se enrollaron para formar las muñecas(tacos), y se incubaron a 25°C; luego se realizaron conteos a los 4 y 7 días, y se registró el número de plántulas normales y anormales (para señalar una posible toxicidad de los productos químicos) de semilla no germinada.

2. Para determinar el vigor, se realizó la prueba de envejecimiento acelerado (EA) con una cámara de ambiente controlado en condiciones de  $40 \pm 2^\circ\text{C}$ , a un 100 % de HR. Dentro de la cámara se colocó un vaso de precipitado de 600 ml con 100 ml de agua; se colocaron arriba del nivel del agua, en una malla de alambre, 200 semillas que se sostenían por un soporte en el interior, y estaban tapadas con papel aluminio. En la cámara había un total de 40 frascos (dos por tratamiento). Las semillas estuvieron expuestas durante 72 h, luego se secaron para efectuarles las pruebas de germinación estándar. (Moreno, 1996).

### Análisis estadístico

Los datos de mortalidad de insectos se analizaron por medio de un programa computarizado de probit (Polo PC); se obtuvieron los datos y se trazaron las líneas de respuesta concentración-mortalidad, además de los valores de  $CL_{50}$ ,  $CL_{90}$  (concentración letal al 50% y concentración letal al 90 %, respectivamente) y la ecuación de predicción.

Los resultados de los parámetros de calidad estudiados cada 30 días fueron analizadas bajo un diseño de parcelas divididas, donde la parcela mayor fueron los tiempos de almacenamiento, mientras que la menor, los tratamientos de productos y concentraciones con 4 repeticiones. Se realizaron pruebas de comparación de medias por Duncan, al 0.05 % de probabilidad. Los datos de germinación estándar antes y después de la prueba de envejecimiento artificial fueron transformadas por medio de la formula arco seno  $\sqrt{x/100+0.5}$  (al 0.05). (Steel y Torrie, 1986).

### Resultados y Discusión

**Clorpirifos metil.** En atención a los datos presentes en el cuadro 2, se observó que hasta los primeros 60 días todas las concentraciones se comportaron de la misma manera, con un 100 % de mortandad de *S. zeamais* con Clorpirifos metil solo y mezclado con Captan. Pero a los 90 días de almacenamiento, las concentraciones de 4 a 16 ppm conservaron la misma efectividad; sólo las concentraciones de 1.5 a 3 ppm mostraron una disminución en la mortalidad de 38.3, 51.6 y 73.3 %, respectivamente. En cuanto a la respuesta a los 120 días, las concentraciones de 8 a 16 ppm mantuvieron un alto nivel de mortalidad (100 %); en tanto que la eficiencia del Clorpirifos metil de 150 a 210 días después de la aplicación, sólo en las concentraciones de 12 y 16 ppm conservó su alta eficiencia variando, pues la mortalidad fluctuó entre el 98 al 100 %.

Estos resultados coinciden con lo que citan Quilan (1979) y Daghli *et al.* (1995), quienes señalan que a 210 días, la concentración de 16 ppm muestra una eficiencia del 100 %; en tanto que dosis de 8 ppm la mortalidad se

reduce entre el 70 y 81.6 %.

Lo anterior indica que la acción del insecticida se perdió conforme avanzó el tiempo, lo que implica una degradación del tóxico, lo cual coincide con Lahue (1976) quien menciona que la degradación puede deberse principalmente al efecto de la luz (12:12) al paso del tiempo, lo cual indica que, según el tiempo de protección que se desee, será la concentración del insecticida que se aplique.

**Deltametrina.** Los resultados obtenidos con este piretroide se muestran en el cuadro 2, los cuales indican que hasta los 60 días, la eficiencia fue de 100 % para todas las concentraciones (4 a 16 ppm), tanto del producto solo como mezclado con Captan, y únicamente en la concentración de 2 ppm a 60 días, su efecto bajó a 93 %.

En los muestreos posteriores, a partir de los 90 días las concentraciones de 8 a 16 ppm presentaron altos niveles de mortalidad, pero en las siguientes etapas de observación, sólo la concentración de 16 ppm mantuvo en forma constante un alto nivel de control, que varió de 98 al 100 %, lo cual implica que, según el período de protección, será la dosis del producto comercial

recomendable, sobre todo cuando la semilla está expuesta a reinfestaciones. Al respecto, Giga (1991) menciona que la persistencia y efectividad de los insecticidas depende del tipo de superficie, y de la concentración que se aplique, la cual se degrada con el tiempo. Como se muestra en el Cuadro 2 existen pequeñas diferencias en la mortalidad de *S. zeamais* en algunos tratamientos según los diferentes tiempos de almacenamiento, de acuerdo a Arthur (1993) y Daghli *et al.* (1995), quienes indican que los adultos se tomaron al azar, por lo que pueden manifestar distinto grado de susceptibilidad a los tóxicos.

Además, estos datos (Cuadro 2) indican que entre el Clorpirifos metil y la Deltametrina, solos y mezclados con Captan, no difieren entre sí, lo que coincide con los resultados obtenidos por Arthur (1993) y Daghli *et al.* (1995); ellos señalan que ambos productos mezclados, no tienen efectos de sinergismo ni antagonismo, y que las pequeñas diferencias de mortalidad se deben a la selección de individuos al azar.

#### Análisis de los bioensayos

Es importante destacar que sólo para las series de 30 a

**Cuadro 2.** Por ciento de mortalidad por efecto de Clorpirifos metil y Deltametrina, solos y mezclados con Captan a diferentes concentraciones, en infestaciones de adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Productos (ppm)		Días de muestreo						
		30	60	90	120	150	180	210
Clorpirifos metil	2	100.0	100.0	51.6	43.3	26.6	3.3	18.3
	4	100.0	100.0	100.0	65.0	55.0	28.3	30.0
	8	100.0	100.0	98.3	98.3	95.0	68.3	83.3
	16	100.0	100.0	100.0	98.3	100.0	95.0	100.0
Clorpirifos metil + Captan	1.2 + 12	100.0	100.0	38.3	25.0	16.6	15.0	11.6
	3 + 12	100.0	100.0	78.3	55.0	31.6	5.0	30.0
	6 + 12	100.0	100.0	100.0	91.6	80.0	28.3	28.3
	12 + 12	100.0	98.3	3100.0	100.0	98.3	100.0	98.3
Deltametrina	2	100.0	93.3	81.6	55.0	53.3	16.6	20.0
	4	100.0	100.0	75.0	71.6	78.3	31.6	36.6
	8	100.0	5.0	100.0	96.6	95.0	90.0	81.6
	16	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.3	100.0
Clorpirifos metil + Captan	2 + 12	100.0	100.0	63.3	63.3	50.0	33.3	28.3
	4 + 12	100.0	90.0	93.3	65.0	70.0	45.0	66.6
	8 + 12	100.0	100.0	100.0	91.6	93.3	85.0	70.0
	16 + 12	100.0	100.0	100.0	98.3	98.3	90.0	100.0

**Cuadro 3.** Valores de las concentraciones letales, límites fiduciales de Clorpirifos metil y Deltametrina, solos y mezclados con Captan, a través de tiempo, con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky, a 24 h de infestación.

Productos	Días de Muestreo	CL <sub>50</sub> (ppm)	Límites de confianza			CL <sub>90</sub> (ppm)
			Inferior	Superior		
Clorpirifos metil	30	2.46	(2.06	-	2.82)	6.89
	60	3.22	(2.86	-	3.58)	7.44
	90	6.08	(5.53	-	6.68)	12.75
	120	4.61	(4.10	-	5.23)	11.84
Clorpirifos metil + Captan	30	2.51	(2.22	-	2.8)	6.03
	60	3.44	(3.08	-	3.82)	8.43
	120	5.46	(4.82	-	6.24)	16.84
Deltametrina	30	2.79	(2.4	-	3.16)	7.4
	60	3.36	(3	-	3.7)	7.56
	90	4.29	(3.87	-	4.73)	9.65
	120	4.35	(3.85	-	4.95)	11.95
Deltametrina + Captan	30	1.65	(1.1	-	2.14)	8.17
	60	2.11	(1.64	-	2.53)	7.45
	90	3.63	(3.05	-	4.22)	14.12
	120	3.38	(2.71	-	4.06)	16.74

120 días se pudieron correr análisis probit de las dosis en estudio, para establecer las concentraciones letales en por ciento, dado que la mortalidad fue muy baja en varias de las concentraciones evaluadas en fechas posteriores. Así, en relación a la pérdida de eficiencia de los tratamientos ya discutida con anterioridad, se observa con más detalle en el cuadro 3, que no existe diferencia significativa al 95 % de confianza en los CL<sub>50</sub> de los productos solos y mezclados, dado que hay traslape entre los límites fiduciales en las líneas de estudio, y que existe un proceso continuo de degradación de los productos, lo que se refleja en un incremento CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub> conforme pasa el tiempo.

**Prueba de germinación y envejecimiento acelerado.** En el cuadro 4 se muestran los resultados obtenidos al realizar el análisis de varianza para las pruebas fisiológicas de germinación estándar (GE) de la semilla infestada con *S. zeamais*, que tuvieron una alta significancia y valores mayores de cuadrados medios en la fuente de variación. En la interacción de tiempo de almacenamiento con los tratamientos, se detectaron diferencias altamente significativas para todas las variables.

En el cuadro 5 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de varianza de las pruebas fisiológicas de

envejecimiento acelerado (EA) con la semilla del híbrido infestada con *S. zeamais*, las cuales reportaron, al igual que en la prueba anterior, los mayores valores de cuadrados medios, y alta significancia en todas las variables evaluadas para los tiempos de almacenamiento, lo cual sugiere que, en ambas pruebas, fue el factor de mayor efecto en las variables evaluadas. Entre los tratamientos y la interacción, también se presentó una alta significancia para todas las variables.

**Cuadro 4.** Análisis de varianza para las variables germinación (Ger.), plántulas anormales (P.A.) de la semilla infestada con *Sitophilus zeamais*.

F.V.	GL	Ger.	P.A.
Tiempo de almacén			
(Tp)	6	9630.088**	0.10320**
?(a)	35	109.4895NS	0.00106NS
Tratamientos			
(trt)	19	4869.927**	0.02399**
Tp*trt	114	488.126**	0.00349**
â. â.	665	116.696	0.000958
c.v.(%)		12.327	4.4145

\* = significancia y \*\* = alta significancia NS = no significativo.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para las variables germinación(Ger.) y plántulas anormales (P.A) para la semilla infestada con *Sitophilus zeamais*.

F.V.	GL	Ger.	P.A.
Tiempo de almacén			
(Tp)	6	66067.026**	0.38516**
?(a)	35	67.593NS	0.00139NS
Tratamientos			
(trt)	19	64869.708**	0.00968**
Tp*trt	114	452.446**	0.00786**
â . â .	665	99.0229	0.0014
c.v.(%)		14.712	5.027

\* = significancia y \*\* = alta significancia NS = no significativo.

**Germinación.** Los tratamientos de deltametrina presentaron mayor porcentaje de germinación que aquéllos que incluyeron Clorpirifos metil para las pruebas de GE y EA. La dosis menor de Clorpirifos metil obtuvo un menor por ciento de germinación, esto a causa del daño que la larva del gorgojo causó en la semilla, por el bajo nivel de protección que exhibió a partir de la tercera fecha de reinfestación, ya que a 30 días presentó un promedio 95 % de germinación, en tanto que a 210 días el promedio fue de 55 %. Lo anterior concuerda con lo descrito por Giga y Canoa (1991), quienes mencionan que, en superficies tratadas con Deltametrina, la efectividad del insecticida decrece conforme transcurre el tiempo de aplicación. Por otro lado, Daglish *et al.* (1995) mencionan y confirman que el Clorpirifos metil más Phenothrin fueron efectivos contra el *S. zeamais*, hasta por 7 meses.

El comportamiento de la germinación en la prueba de EA no fue muy diferente al de la GE, aunque con menores valores debido al estrés a que se sometió la semilla.

**Plántulas anormales.** En los tratamientos con Clorpirifos metil solo, y en combinación con Captan, el por ciento de plántulas anormales fue mayor que en los que contenían Deltametrina; porcentaje que aumentó al paso del tiempo, en un 15 % a los 30 días, y en un 45 % a los 210.

En cuanto a plántulas anormales para la prueba de GE, el testigo obtuvo el mayor por ciento de plántulas anormales, lo cual se debió al daño que causó el gorgojo. En la prueba de EA, los tratamientos aumentan notoriamente el número de plántulas anormales en el testigo, debido el estrés a que se sometió la semilla por el

ataque del insecto y por el envejecimiento acelerado, no así por la aplicación de los insecticidas y sus combinaciones a diferentes concentraciones durante el tiempo de almacenamiento, como lo mencionan Arthur (1993) y Daglish *et al.*(1995).

**Prueba de germinación y envejecimiento acelerado.** En el cuadro 5 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la prueba fisiológica de GE, que mostraron una alta significancia y valores altos de cuadrados medios en la fuente de variación y tiempos de almacenamiento, para todas las variables evaluadas. Entre tratamientos se detectaron diferencias altamente significativas en el resto de las variables.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para las variables germinación (Ger.), plántulas anormales (P.A.) de la prueba de germinación estándar para calidad de semilla de maíz.

F.V.	GL	Ger.	P.A.
Tiempo de almacén			
(Tp)	3	3638.1666**	0.0828**
â(a)	20	34.873NS	0.00069NS
Tratamientos			
(trt)	19	175.905**	0.00355**
Tp*trt	57	215.288**	0.00420**
â . â .	380	38.0588	a0.00081
c.v.(%)		6.615	4.143

\* = significancia y \*\* = alta significancia NS = no significativo.

En el cuadro 6 se muestran los resultados para la prueba fisiológica de EA que reportaron, al igual que en la prueba anterior, los mayores valores de cuadrados medios y alta significancia en todas las variables evaluadas para los tiempos de almacenamiento, lo que sugiere que en ambas pruebas fue el factor de mayor efecto en las variables evaluadas. Entre tratamientos se presentó una alta significancia para el resto de las variables. En esta prueba la interacción tiempo de almacenamiento por tratamiento mostró alta significancia en todas las variables evaluadas.

**Germinación.** En ambas pruebas disminuyó el por ciento de germinación conforme pasó el tiempo de almacenamiento. En la prueba de E.A. para el caso del Clorpirifos metil, los niveles de germinación se afectaron ligeramente, aunque en la Deltametrina este parámetro se afectó más, pero sin encontrar tendencias con respecto al

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para las variables germinación (Ger.), plántulas anormales (P.A.) de la prueba de envejecimiento acelerado para calidad de semilla de maíz.

F.V.	GL	Ger.	P.A
Tiempo de almacén			
(Tp)	3	9145.633**	0.1111**
â(a)	20	60.953NS	0.00133NS
Tratamientos			
(trt)	19	319.518**	0.0039**
Tp*trt	57	231.799**	0.0034**
â. â.		96.018	0.0013
c.v.(%)		11.468	5.130

\* = significancia y \*\* = alta significancia NS = no significativo.

aumento de ppm, por lo que se consideró que este efecto lo causó el estrés a que fue sometida la semilla. Al respecto, los resultados obtenidos por Barakat (1987) muestran que la permetrina fue más efectiva en el control de este insecto, y comparada con el Clorpirifos metil, dejó menos residuos en el grano. Los resultados obtenidos de las pruebas de GE y EA para determinar la calidad de la semilla, coinciden con los obtenidos por Lahue (1976) quien menciona que la semilla, después de un largo período de almacenamiento reduce levemente su viabilidad. A su vez, Cobaquil (1991) menciona que las pruebas de vigor causan deterioro en la semilla y disminuye la germinación, conforme pasa el tiempo de almacenamiento.

**Plántulas anormales.** La tendencia de los tratamientos que contienen Clorpirifos metil solo y en combinación con Captan, en los cuatro períodos de almacenamiento, el por ciento de plántulas anormales fue mayor que en aquéllos que contienen Deltametrina. De acuerdo a Tavera (1990) las semillas de los maíces con endospermo suave, como el utilizado, se afectaron más conforme pasó el tiempo de almacenamiento.

La prueba de GE muestra que los tratamientos con Clorpirifos metil parecen tener una tendencia a presentar un mayor por ciento de plántula anormal (21.15%) en comparación al testigo y a los tratamientos con Deltametrina.

### Conclusiones

Para el caso del Clorpirifos metil a concentraciones de 1.5 y 2 ppm protege la semilla de maíz del ataque de *S. zeamais* por 60 días; de 3 a 4 ppm, por 90; de 6 a 8 ppm,

por 150; y de 12 a 16 ppm, hasta por 210 días.

Para la Deltametrina se encontró que a concentraciones de 2 a 4 ppm se protege la semilla de maíz del daño del gorgojo del maíz por 60 días; a 8 ppm la protección se incrementa durante 150; y a 16 ppm, hasta por 210 días.

Concentraciones altas de los insecticidas y sus mezclas con el funguicida Captan proporcionan protección a la semilla por más tiempo, sin causar efecto fitotóxico ni residual al momento de su germinación, ni afectar su vigor, bajo la condiciones de almacenamiento que se utilizaron.

De los productos utilizados, la Deltametrina es la que ofrece mejor protección a la semilla para controlar de *S. zeamais*. No se encontraron efecto de sinergismo o antagonismo entre las mezclas de insecticidas y funguicidas, en este caso, de Clorpirifos metil y Deltametrina con Captan.

En las pruebas de germinación estándar y envejecimiento acelerado de la semilla con insectos, los tratamientos con Clorpirifos metil obtuvieron una respuesta menor de germinación, de longitud de plúmula y de radícula que aquéllos que contenían Deltametrina; los primeros se comportaron de la misma forma en las pruebas de semilla sin insectos.

### Literatura Citada

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Arthur, F. H. 1993. Efficacy of unsynergised deltamethrin and deltamethrin + chlorpyrifos-methyl combinations as protectants of stored wheat and stored corn (maize). *J. Stored Prod. Res.* 30 ( 1): 87-94.
- Barakat A; P Khan and A. M. Alabdul Karim. 1987. The persistence and activity of permethrin and chlorpyrifos-methyl sprays on jute and woven polypropylene bags. *J. Stored Prod. Res.* 23 (2): 85-90.
- Cobaquil, A. 1991. Evaluación de modalidades para estimar vigor en semilla de maíz (*Zea mays* L.) mediante envejecimiento acelerado. Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., Mex.
- Daglish G.J; M Eelkema and L.M.Harrison 1995. Chlorpyrifos-methyl plus either methoprene or synergized phenothrin for control of coleoptera in maize in queensland, Australia. *J. Stored Prod. Res.* 31 (3): 235-241.
- Giga D. P. and Sr.J. Canoa. 1991. Relative toxicity and persistence of pyrethroid deposits on different surfaces for the control of *Prostephanus truncatus* (Horn) and *Sitophilus zeamais* (Motsch.). *J. Stored Prod. Res.* 27 (3): 153-160.

- Gutiérrez L. y M. Güemes. Febrero 2000. Manejo de postcosecha de maíz en el estado de Morelos, CIRCE-CentroSARH-INIFAP. <http://serpiente.dgsca.unam.mx/pual/notitac3/manejo.html>
- Jeffs K.A. 1986. Seed Treatment. 2nd Edition. BCPC Publications. p 53,68-71, 113-183.
- Lahue. D.W. 1976. Grain protections for seed corn. J Econom. 69(5): 652-654.
- Monsanto. Julio 2002. Los beneficios de la biotecnología; por qué es importante la biotecnología. Monsanto Agricultura España S.L [www.monsanto.es](http://www.monsanto.es)
- Moreno E. M. 1996. Análisis físicos y fisiológicos de semillas agrícolas. Tercera edición. UNAM. Ciudad Universitaria, México, D.F. p 393.
- Queirós F. 2002. Contaminación por agrotóxicos. [www.chasque.acp.org](http://www.chasque.acp.org) (Montevideo, Uruguay).
- Quilan J.K. 1979. Effectiveness of chlorpyrifos-methyl and malation as protectants for high moisture store wheat. J. Econ. Entomol. 72: 90-93
- Salas J. 1984. Protección de semillas de maíz (*Zea mays*) contra el ataque de *Sitophilus oryzae* a través del uso de aceite vegetales. Agronomía Tropical. 35: 13-18.
- Steel R. y J. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2da. Ed. McGraw-Hill, México.
- Tavera, E. 1990. Efectos de Captan-metoxicloro y Quintozeno-pirimifos metil sobre la calidad fisiológica de la semilla de maíz almacenada en condiciones naturales. Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., Mex.

## LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Departamento Forestal  
UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., México  
Responsable: Dr. Alejandro Zárate Lupercio  
Tels. y Fax.: 4 110299 y 4 110396 [azarate@uaaan.mx](mailto:azarate@uaaan.mx)

El Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica se creó en agosto de 1996 con el primer proyecto que se realizó utilizando la tecnología de ordenamiento ecológico en el estado de Coahuila. A la fecha, el laboratorio ha realizado más de 20 proyectos, todos ellos con financiamiento externo, siempre con un carácter multidisciplinar, ya que su sujeto de estudio es el territorio, y su objeto, el análisis y diagnóstico integral de éste, para proponer alternativas de uso y manejo acordes con el desarrollo sustentable; en él se ejecutan estudios la descripción, diagnóstico y propuestas no únicamente en los aspectos del medio físico natural, como es clima, fisiografía, hidrología, suelo, flora y fauna, sino aspectos sociales como demografía, niveles de bienestar, y marginación, entre otros, y aspectos económicos como actividades productivas y valor de la producción. Para realizar estos estudios de carácter multidisciplinario, colaboran investigadores de los diferentes departamentos de la UAAAN.

El propósito de estudio del laboratorio es el territorio de desde una perspectiva holística, a partir de los subsistemas físico-natural, biológico y socioeconómico con el propósito de elaborar diagnósticos ambientales y plantear propuestas de uso del territorio.

El Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica cuenta con equipo de computo adecuado, y bases digitales de información georreferenciada, con estadísticas sociales y económicas, así como con cartografía impresa a diferentes escalas, de gran parte del norte del territorio nacional.

Además del apoyo a la investigación y docencia, los servicios que ofrece el laboratorio son:

- Realización de manifiestos de impacto ambiental y estudios técnicos justificativos de cambio de uso del suelo.
- Ordenamiento ecológica del territorio.
- Evaluación de daños ambientales.
- Diagnósticos ambientales.
- Diseño y construcción de bases de datos georreferenciados en diferentes plataformas del Sistema de Información Geográfica.
- Elaboración y actualización de cartografía temática

Gracias a los trabajos realizados por el laboratorio la UAAAN ha obtenido prestigio regional en sistemas de información geográfica, estudios de impacto ambiental y ordenamientos territoriales.