CONTROL DEL *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY EN ALMACEN CON APLICACION DE CLORPYRIFOS METIL, DELTAMETRINA Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE SEMILLA DE MAIZ.

ELLY BACOPULOS MEJIA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2003

BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

UNIVERSIDAD AUTOMOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

CONTROL DEL Sitophilus zeamais MOTSCHULSKY EN AL MACEN CON APLICACIÓN DE CLORPYRIFOS METIL, DELTRAMETRINA Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE SEMILLA DE MAIZ.

TESIS

POR

ELLY BACOPULOS MEJIA

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR:

Asesor principal: _____
M.C. Federico Facio Parra

Asesor: _____
Dr. Sergio Jiménez Ambriz

Asesor: _____
Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez

Asesor: _____
Dr. Mario E. Vázquez Badillo

Asesor: _____
Dr. Víctor Zamora Villa

_____
Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mayo del 2003

BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme salud, vida por guiarme por el camino del bien para cumplir un sueño más al culminar los estudios de Maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme brindado la oportunidad de superarme.

A los Maestros e Ingenieros y personal de laboratorio del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología en semillas (CCDTS) al igual que a la Unidad en Granos y Semillas (UNIGRAS) FES Cuautitlán de la UNAM.

Al M. C. Federico Facio Parra, Dr. Sergio Jiménez Ambríz y al Dr. Mario E. Vázquez Badillo que sin su apoyo y asesoria no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

Al Dr. Víctor Zamora Villa por el apoyo, tiempo y sugerencias realizadas en este trabajo.

Al Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez por su amistad, tiempo y sugerencias realizadas en las revisiones del presente trabajo.

DEDICATORIA

A las personas que me guiaron por el camino de saber con gran amor y cariño y que han hecho de mi lo que ahora soy. Por todo gracias.

A mis Padres:

Elyn Bacópulos Téllez.

Rosalinda Mejía Cuevas.

A mis AMIGOS y HERMANOS Por su apoyo en los momentos mas felices y también en los difíciles.

A unos de mis mejores amigos: Edilberto y Erasmo Núñez.

A mi novio: Franciscos Ávila R. Por su cariño y confianza.

COMPENDIO

CONTROL DEL *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY EN ALMACÉN CON APLICACION DE CLORPYRIFOS METIL Y DELTAMETRINA Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE SEMILLA DE MAÍZ.

POR
ELLY BACÓPULOS MEJÍA

MAESTRO EN CIENCIAS
TECNOLOGÍA EN SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONÓMA AGRARIA ANTONIO NARRO. BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO 2003.

M.C. Federico Facio Parra -Asesor-

PALABRAS CLAVES: Maíz, Germinación, Calidad de semilla, *Sitophilus zeamais*. Clorpyrifos metil, Deltametrina.

Se utilizaron concentraciones de clorpyrifos metil y deltametrina solos, así como en mezcla con captan para los dos productos, en el control de *Sitophilus zeamais* Motchulsky. Determinándose los efectos de fitotóxicicidad y residual de los insecticidas en la calidad de semilla de maíz variedad Pantera con características harinosas.

La calidad de las semillas fue analizada bajo un diseño de parcelas divididas, donde la parcela mayor fueron los tiempos de almacenamiento y la parcela chica los tratamientos (productos y dosis), en los casos en que se detectaran diferencias significativas se realizaron pruebas de comparación de medias por Duncan al 0.05 por ciento de probabilidad. Los datos de germinación estándar antes y después de la prueba de envejecimiento artificial fueron transformadas por medio de arco sen $\sqrt{x/100 + 0.5}$ (al 0.05), (Steel y Torrie, 1986).

Los datos de mortalidad de insectos se analizaron por medio de un programa computarizado de Probit (Polo Pc), obteniéndose los datos para trazar líneas de respuesta concentración-mortalidad, además de los valores de CL50, CL90 y la ecuación de predicción.

Las concentraciones de los químicos que se aplicaron en el laboratorio al maíz fueron clopyrifos metil; de dos, cuatro, ocho y 16 ppm; y en mezcla con captan: de 1.5, 3, 6 y 12 ppm más 12 ppm de captan en cada concentración. En la deltametrina; de 2, 4, 8 y 16 ppm, más 12 ppm de captan en cada tratamiento de la mezcla; incluyendo un testigo.

De una cría del gorgojo se retiraron adultos para infestar la semilla cada 30 días colocando 20 adultos por tratamiento, efectuando un total de siete infestaciones mensuales. Esta semilla se conservó a un 80 por ciento de HR y a una temperatura de 26° C; condiciones propicias para el desarrollo de insectos. Se realizaron además pruebas de calidad y efecto de fitotoxicidad las que se corrieron cada 60 días. Evaluando el por ciento de mortalidad de insectos y las pruebas fisiológicas en semilla como prueba de germinación y de vigor (envejecimiento acelerado).

Los resultados muestran que para los dos productos, el por ciento de mortalidad de *S.zeamais* fue más eficiente en la concentración más alta (16 ppm) solo y en combinación con captan (12 ppm), teniendo un efecto hasta por 210 días. En las concentraciones menores la eficiencia se mantuvo de 60 a 120 días, es decir, que para el caso del clorpyrifos metil y la deltametrina a concentraciones de 1.5 y 2 ppm protegieron la semilla de maíz del ataque de *S. Zeamais;* por 60 días; de 3 a 4 ppm lo protege hasta 90 días; de 6 a 8 ppm hasta 150 días y de 12 a 16 ppm hasta 210 días.

Las CL50 estimadas del clorpyrifos metil desde los 120 a 210 días mostraron un proceso constante de degradación del tóxico, partiendo de 2.46 hasta 5.4 ppm para matar el mismo segmento de población de *S. zeamais.* Las CL50 estimadas para la deltametrina en el mismo período de 120 a 210 días presentaron un efecto de degradación del tóxico, partiendo de 2.79 hasta 4.35 ppm para mantener la

mortalidad del 50 por ciento de la población de *S. Zeamais.* Lo que demuestra que conforme pasa el tiempo la efectividad de los productos decrece en concentraciones bajas necesitándose incrementar la dosis para matar la misma cantidad de insectos.

En cuanto a las pruebas de calidad como germinación estándar y envejecimiento acelerado no se encontró efecto de toxicidad del clorpyrifos metil y la deltametrina en ninguna de las dosis evaluadas, a través de los siete meses de almacenamiento. De los productos utilizados, la deltametrina es la que ofrece mejor protección a la semilla en el control de *S. zeamais.*

ABSTRACT

CONTROL OF *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY STORED WITH APPLICATION OF CLORPYRIFOS METIL AND DELTAMETRINA AND THEIR EFFECT ON CORN SEED QUALITY.

BY

ELLY BACÓPULOS MEJÍA

MASTER OF SCIENCE
SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO 2003.

M.C. Federico Facio Parra - Advisor -

KEY WORDS: Corn, Germination, Seed Quality, *Sitophilus zeamais*, Clorpyrifos metil, Deltametrina.

Clorpyrifos metil and deltametrina were used by themselves and also in a mixture of captan, atempting to control *Sitophilus zeamais* Motchulsky. Insecticide phitotoxicity and residuality, and effect on Panther Variety seed corn quality. harving floury characteristics were determined.

Seed qualitywas analized using a split plot desing. The main plot represented storage time and the small plot represented treatments (products and dosage). Where significant differences were found a Duncan test was used, using 0.05 probability percent standar Germination datas before and after the artificial aging process were transformed by using a sen arch $\sqrt{x/100 + 0.5}$ (to the 0.05). SAS program was used (Steel and Torrie, 1986)

Probit (Pole Pc) was used to analyze the insects mortality rate. The data that were obtained were used to concentration-mortality answer lines. CL50, CL90 and the prediction equation values were also determined.

Clopyrifos metil concentrations of 2, 4, 8, and 16 ppm were applied to corn seed in the laboratory. A captan/ clopyrifos metil mixture was used, applying 1.5, 3, 6 and 12 ppm of clopyrifos metil and 12 ppm of captan to each concentration. Deltametrina concentrations of 2, 4, 8 and 16 ppm were used, adding 12 ppm of captan in each treatment. A blank (control) was also used.

20 adults weevils were applied to each treatment every 30 days, through seven months. The seed storage conditions were 80 per cent RH and 26° C, which are favorable conditions for the insect development, quality, and phytotoxicity effect were analized every 60 days. Insect mortality rates and seed physiological test, such as, germinations and vigor (accelerated aging process).

The results show that either clorpyrifos metil and deltametrina at 16 ppm by themselves or in mixture with captan (12 ppm) had the same effect on weevil control, during 210 days. Using clorpyrifos metil, or deltametrina in concentrations of 1.5 to 2 ppm can control *S.zeamais* for 60 days, from 3 - 4 ppm control them for 90 days, from 6 – 8 ppm control them for 150 days and 12 – 16 ppm for 210 days.

The estimated CL50 for clorpyrifos metil from 120 to 210 days showed a gradual toxic diminishing process, from 2.46 ppm to 5.4 ppm killing the same amount of *S.zeamais*. The estimated CL50 for deltametrina fom 120 to 210 days showed a gradual toxic diminishing process, fom 2.79 to 9.35 ppm to maintain a 50 per cent mortality rate of *S.zeamais*. Research shows that as time passes, the efectivity of the products decrease in lower concentrations needing higher dosages to kill the same amount of insects.

Clorpyrifos metil and deltametrina toxicity was not found in either of the dosages, for quality tests (standard germinations and accelerated aging process).

Deltametrina proved to be the best *S.zeamais* controller.

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
Hipótesis	4
Metas	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Los Insectos como Plagas	5
Clasificación de Plagas de Granos Almacenados	6
El Gorgojo del Maíz	7
Descripción del insecto	8
Daño, biología e importancia	8
Combate del gorgojo del maíz	10
Control cultural	11
Control fitogenético	11
Control físico-mecánico	11
Control químico.	12
Control integrado	13
Resistencia a Insecticidas	14
Recomendaciones generales para retrasar la aparición de la resistencia	17
Métodos de detección de la resistencia	18
Bioensayo	19
Evaluación del tóxico	21
Ley de Weber y Fechner	22
Criterios para un buen bioensayo	23
Calidad de semillas	24
El vigor como factor de calidad	25
Germinación	27
Tipo de almacenamiento	28
MATERIALES Y MÉTODOS	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
a)Mortandad de insectos	38
b) Pruebas fisiológicas	52
1) Con semilla de maíz infestada.	52
2) Para calidad de semilla	68
CONCLUSIONES	87
RESUMEN	89
LITERATURA CITADA	92
APÉNDICE	95

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Descripción	Pag.
3.1	Productos y dosis utilizados en el tratamiento de semilla de maíz	31
4.1	Análisis de varianza para las variables germinación, plántulas anormales, longitud de plúmula, radícula y peso seco de la prueba de germinación estándar para la semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky	53
4.2	Análisis de varianza para las variables germinación, plántulas anormales, longitud de plúmula, radícula y peso seco de la prueba de envejecimiento acelerado para la semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky	53
4.3	Análisis de varianza para las variables germinación, plántulas anormales, longitud de plúmula, radícula y peso seco de la prueba de germinación estándar para calidad de semilla de maíz	70
4.4	Análisis de varianza para las variables germinación, plántulas anormales, longitud de plúmula, radícula y peso seco de la prueba de envejecimiento acelerado para calidad de semilla de maíz	71

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Descripción	Pag.
1.1	Ciclo de vida de *Sitophilus zeamais* Motchulsky. (Matute y Trabanino, 1999)	10
4.2	Mortalidad obtenida por efecto de clorpirifos metil ■ y captan más clorpirifos metil ▦ en infestaciones a través de tiempo con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky en diferentes concentraciones (a – d)	41
4.3	Líneas de respuesta concentración-mortalidad de clorpirifos metil en *Sitophilus zeamais*	44

4.4 Líneas de respuesta concentración-mortalidad de clorpirifos metil y su mezcla con captan en *Sitophilus zeamais* 44

4.5 Mortalidad obtenida por efecto de deltametrina solo y en mezcla con captan (D+C) en infestaciones a través de tiempo con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky a diferentes concentraciones (a–d)..... 48

4.6 Líneas de respuesta concentración-mortalidad de deltametrina en *Sitophilus zeamais* 51

4.7 Líneas de respuesta concentración-mortalidad de deltametrina y su mezcla con captan en *Sitophilus zeamais*..... 51

4.8 . Medias del análisis de varianza para la variable de germinación de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y envejecimiento acelerado (E.A.) para la semilla infestada con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky..... 57

4.9 Medias del análisis de varianza para la variable de plántulas anormales de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y envejecimiento acelerado (E.A.) para la semilla infestada con adultos de *zeamais* Motchulsky..... 60

4.10 Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de plúmula de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y envejecimiento acelerado (E.A.) para la semilla infestada con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky..... 63

4.11 Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de radícula de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y envejecimiento acelerado (E.A.) para la semilla infestada con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky..... 65

4.12 Medias del análisis de varianza para la variable de peso seco de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y envejecimiento acelerado (E.A.) para la semilla infestada con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky..... 69

4.13 Medias del análisis de varianza para la variable de germinación de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y la prueba de envejecimiento acelerado (E.A.) para calidad de semilla tratada no infestada..... 74

4.14 Medias del análisis de varianza para la variable de plántulas anormales de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y la prueba de envejecimiento acelerado (E.A.) para calidad de semilla tratada no infestada..... 76

4.15 Parámetro de vigor del análisis de varianza para la variable de longitud de plúmula de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y la prueba de envejecimiento acelerado (E.A.) para calidad de semilla tratada no infestada..... 78

4.16 Parámetro de vigor del análisis de varianza para la variable de longitud de radícula de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y la prueba de envejecimiento acelerado (E.A.) para calidad de semilla tratada no infestada..... 81

4.17 Parámetro de vigor del análisis de varianza para la variable de peso seco de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y la prueba de envejecimiento acelerado (E.A.) para calidad de semilla tratada no infestada..... 86

INTRODUCCIÓN.

A partir del año en el cual se liberaron los primeros híbridos de maíz, se vislumbró un aumento en la producción para la alimentación de una creciente población, aún en la actualidad, se considera altamente prioritario aumentar los rendimientos por unidad de superficie de los diferentes cultivos básicos (Salas 1984).

En México, uno de los cultivos básicos de mayor importancia es sin duda alguna el maíz, eso lo demuestra las 8 millones de hectáreas que se cultivan; sin embargo, existe conciencia de los bajos rendimientos que se obtienen por unidad de superficie, por lo que se ha tenido que importar año con año grandes volúmenes para complementar las necesidades en el país (SAGAR 2001).

La humanidad se enfrenta a importantes desafíos que se enfocan en: un incremento de la población mundial sin precedentes, la cual pone en tensión la producción de alimentos; el agotamiento de la energía, La agricultura moderna implica la simplificación de la estructura ambiental de vastas áreas, reemplazando la biodiversidad natural por un pequeño número de plantas cultivadas y animales

domésticos. La tendencia al monocultivo crea ecosistemas simplificados y por lo tanto muy inestables que están sujetos especialmente a las enfermedades y a las plagas (Quieros, 2002).

Las causas fundamentales de los bajos rendimientos y pérdidas postcosecha de este cultivo son varias y todas ellas de gran importancia, destacando entre otras las plagas, enfermedades, problemas climáticos y la mala utilización del almacenamiento, sobre todo la falta de semilla de buena calidad y el uso inadecuado de productos químicos.

Una de las etapas más críticas para el maíz es en la etapa de llenado (madurez fisiológica), donde la pérdida de humedad de la mazorca en el campo hasta su cosecha, 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 Guemes 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 dosis aplicadas pueden causar toxicidad, tanto en la semilla como en las plántulas, además de resistencia de plagas y enfermedades, esto 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).

Es importante mencionar que la efectividad del tratamiento químico dependerá del período de almacenamiento, tipo de almacén, efecto del material químico en la semilla y la acción del plaguicida. Pero a su vez se deben considerar otros aspectos que influyen en la calidad de la semilla como es su contenido de humedad; sin olvidar que la calidad final de un lote de semilla estará determinada por las condiciones de producción, cosecha, postcosecha, acondicionamiento y finalmente por las condiciones de almacén y tratamientos químicos.

Al respecto de productos como el clorpyrifos metil y la deltametrina es importante determinar su uso en semillas, así como su efectividad en los insectos problema y la presencia de toxicidad en la semilla tratada a través del tiempo; por lo anterior fue necesario hacer una investigación para conocer sus propiedades y beneficios en relación con la calidad de semillas.

Para ello, el Centro de Capacitación en Tecnología en Semillas está llevando a cabo una serie de investigaciones con este propósito, comprendiendo el presente trabajo con los siguientes **objetivos:**

- Evaluar y determinar las concentraciones óptimas del clorpyrifos metil y deltametrina solo y en mezcla con captan para el control de *Sitophilus zeamais* y su efecto en la calidad de semilla de maíz.
- Conocer el efecto residual de los insecticidas sobre la semilla almacenada y el control sobre *Sitophilus zeamais*.

Hipótesis.

- Concentraciones altas de clorpyrifos metil y deltametrina solos y en mezcla con captan ofrecen mayor protección para el control de *S. zeamais*, sin afectar la calidad de la semilla de maíz.
- Las concentraciones bajas de productos químicos no causan efectos fitotóxicos y residual en su germinación y vigor bajo condiciones de almacén propicio para el desarrollo del insecto.

Metas.

Para el año 2003 se estará en condiciones de conocer la concentraciones adecuada de los insecticidas para el control del *S. zeamais* sin que dañe la calidad fisiológica de la semilla.

multiplicación y sobrevivencia. Su actividad metabólica incrementa la humedad y temperatura del medio en que se desarrollan creando las condiciones para que otras especies de insectos (plagas secundarias) de granos almacenados se multipliquen; el fenómeno se va autocatalizando hasta que la humedad es propicia para la violenta proliferación de hongos que elevan aún más la temperatura, haciéndola intolerable para los insectos que emigran hacia otras fuentes de alimento. El grano queda destruido, disminuyendo la disponibilidad de alimentos y ocasionando graves pérdidas. Algunas especies de insectos son capaces de sobrevivir por largos períodos de tiempo en estado de reposo cuando no disponen de suficiente alimento, o si las condiciones del medio le son desfavorables; cuando las condiciones mejoran o con el advenimiento de nuevas cosechas, dejan su estado de reposo para multiplicarse activamente (FAO, 2002 y Salas, 1984).

Clasificación de Plagas de Granos Almacenados

FAO (1979) reporta que en base al daño que ocasionan los insectos en granos almacenados se han agrupado en especies primarias, que aunque relativamente pocas son capaces de dañar granos enteros y tienen gran importancia económica. Las especies secundarias son aquellas que atacan granos partidos o que previamente han sido dañados por las primarias y se multiplican con facilidad en los productos obtenidos de la molienda de granos. Por último, las especies terciarias se multiplican en granos y

productos que presentan características de deterioro, ya sea causada por otros insectos o por microorganismos.

Salas (1984) menciona que el maíz constituye el producto agrícola de mayor consumo en nuestro país, tanto por su consumo directo como su uso industrial y representa uno de los alimentos básicos en la alimentación, con una creciente demanda debido al incremento de la población; este cereal es atacado durante el almacenamiento por *Sitophilus* spp, los que causan daño y deterioro en la calidad para la siembra, además de pérdida del valor comercial del grano destinado para el consumo, así como de su calidad culinaria. Estos insectos en la mayoría de los casos, inicia su ataque a nivel de campo, pero es en el almacenamiento donde se multiplica con mayor rapidez y donde el daño producido es más intenso.

El Gorgojo del Maíz

Ramírez (1984) señaló que la mayoría de los insectos que atacan a las semillas almacenadas pertenecen a los ordenes Lepidoptera y Coleoptera, existiendo unas 15 especies que causan daño a las semillas. Su distribución en almacén está influenciada por la temperatura y la humedad de la semilla, así como la acumulación de impurezas, causando daño a la semilla y reduciendo su calidad.

Descripción del Insecto.

Los nombres comunes de este insecto son; gorgojo y/o picudo del grano de maíz. Su nombre científico es *Sitophilus zeamais* Motschulsky (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Esta especie de insecto es considerada de las más destructivas y comunes de todas las especies que atacan productos almacenados como, sorgo, maíz, arroz en cáscara y cereales menores. Esta especie tiene las antenas en forma de codo, peculiar de los curculiónidos. Los adultos miden de 2.5-4 mm de largo y son de color café a negruzco (café rojizo cuando están recién eclosionados). El pronoto es casi tan largo como los élitros. Los élitros tienen ranuras longitudinales. El adulto de *S. zeamais* presenta cuatro manchas amarillentas o rojizas en los élitros y sólo pueden diferenciarse por sus genitales de *S. oryzae.* (Robledo, 1992; Matute y Trabanino, 1999).

Daños, Biología e Importancia.

Los adultos son buenos voladores, lo cual les facilita iniciar sus infestaciones en el campo antes de la cosecha. La hembra, con sus mandíbulas abre un agujero en el grano donde oviposita y luego lo sella con secreciones gelatinosas. Por lo general, sólo deposita un huevecillo por postura y puede depositar de 300-400 en su vida, que pueden ser de hasta cinco meses (Salas, 1984). Los huevecillos son ovipositados durante toda su

vida, pero el 50 por ciento de éstos son ovipositados en las primeras cinco semanas. Al eclosionar, la larva se alimenta del interior del grano, destruyendo el embrión, son de color blanco sucio, redondeadas, de cabeza color oscuro y cuerpo recurvado y normalmente se encuentran en túneles dentro del grano, la pupa se forma en los túneles del grano dañado; la larva pasa por cuatro instares de los cuales el último llega a medir unos cuatro mm. Al emerger, el adulto corta agujeros circulares en la testa y se alimenta del grano. El tiempo de huevo a adulto es de unas cuatro semanas en condiciones óptimas (30°C y 70 por ciento HR) y de hasta cinco meses a temperaturas más bajas (Figura 1.1) (Matute y Trabanino, 1999).

La FAO (1979) lo considera como plaga primaria, pues el adulto es capaz de dañar granos sanos y las larvas se alimentan en su interior. Al emerger el adulto deja típicos orificios en los granos. Hasta hace algunos años esta especie era la principal plaga del trigo, arroz y maíz almacenados.

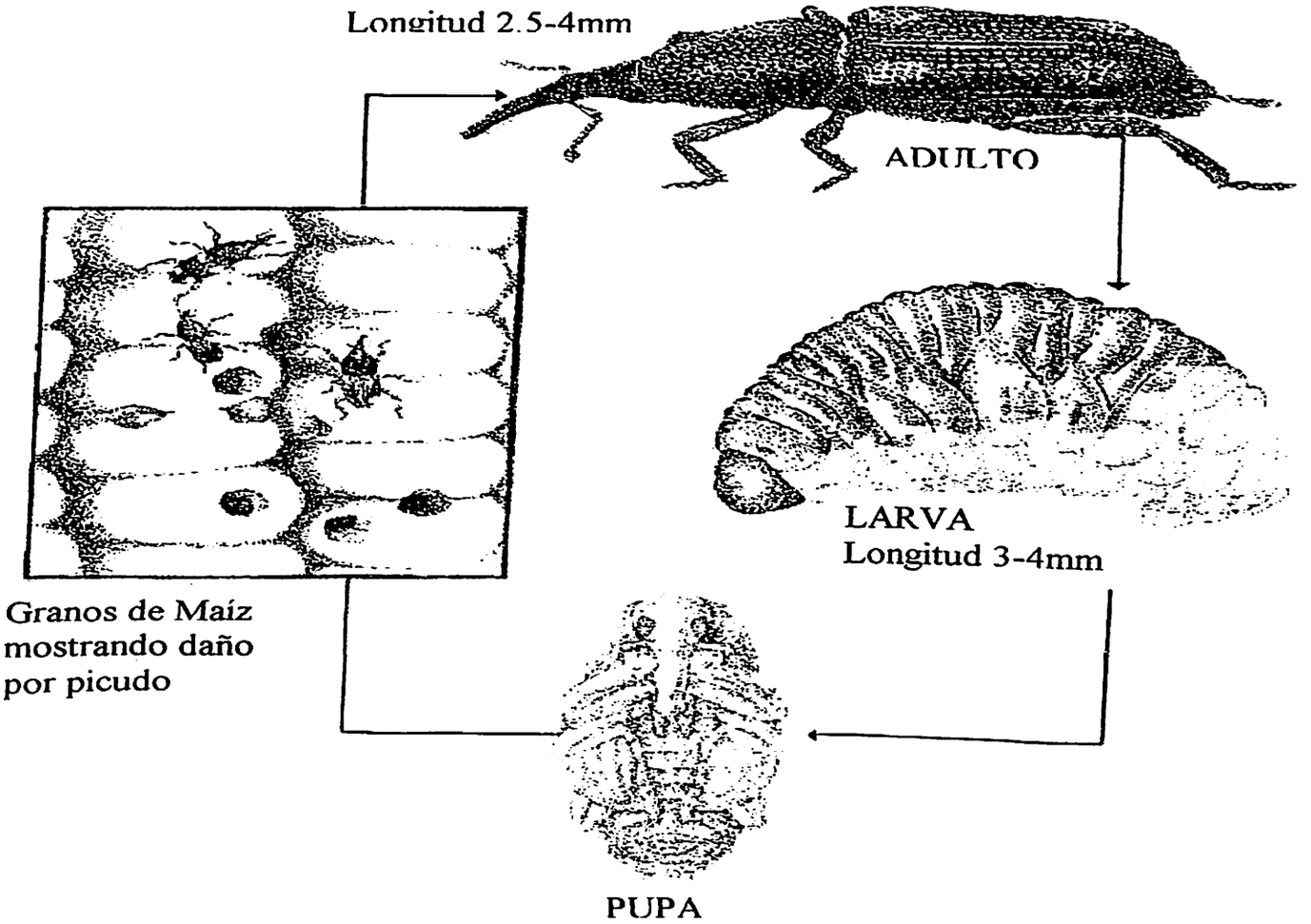

Figura 1.1. Ciclo de vida de *Sitophilus zeamais* Motchulsky (Matute y Trabanino, 1999).

Combate del Gorgojo del Maíz

Existen diversos tipos de controles de *S. zeamais*, las que a continuación se señalan.

Control Cultural.-

- Evitar daños en el campo por gusanos eloteros y pájaros, ya que retarda la entrada del picudo.
- Las cosechas tempranas disminuyen el tiempo de exposición al ataque de *S. zeamais* en zonas de alta incidencia.
- Limpiar los lugares de almacenamiento, los que deben estar libres de gorgojos y derrame de granos antes de almacenar el producto.
- Evite colocar los sacos con grano directamente en el piso; use tarimas.
- Evite almacenar en sacos viejos y rotos.
- En el caso del arroz, almacénelo sin apilar (Matute y Trabanino 1999)

Control Fitogenético.- Las variedades de maíz con hojas largas y fuertes son más resistentes al ataque en el campo, mientras que las variedades de maíz y sorgo con endospermo suave son más susceptibles al ataque del gorgojo en almacenaje. Estas son alternativas de control, a pesar de no ser debidamente explotada, es una posibilidad viable para reducir el ataque de estos insectos (Salas 1984).

Control Físico-Mecánico.- Matute y Trabanino (1999) señalan que el almacenar en recipientes cerrados como barriles o silos metálicos evita la entrada de adultos y en ocasiones mueren por falta de aire dentro del recipiente. Antes de almacenar el grano, séquelo a menos del 12 por ciento de humedad, ya que ésta reduce la tasa de oviposición

y el desarrollo posterior del insecto. También, puede asolear el grano para que alcance más de 40°C, lo cual favorecerá la emigración de los adultos, este método generalmente no acaba con los huevecillos ni con las larvas y no debe utilizarse como práctica única. El mezclar cal y/o ceniza utilizando el 20 por ciento del peso del grano, funciona como abrasivo al raspar la cutícula de los insectos, que mueren por pérdida de humedad. También inhibe la penetración de adultos porque la mezcla ocupa los espacios entre granos. Su uso se recomienda cuando no se tiene un químico disponible ni apropiado.

Control Químico.- Cremlyn (1985) menciona que la idea de combatir a los insectos-plaga con productos químicos no es del todo nueva; por ejemplo, el azufre se utilizó desde el año 1 000 a. de C.; y Plinio, en el año 79 d. de C. señalaba el uso del arsénico como insecticida; y en el siglo XVI, los chinos ya aplicaban compuestos de arsénico con este propósito. Jeffs (1986) menciona que los materiales disponibles en 1940 eran principalmente sustancias inorgánicas, tales como el verde de París o el arsénico, no siendo estos muy efectivos.

Los primeros insecticidas por contacto fueron los organoclorados desarrollados a partir de los cuarentas, los pioneros en usarlos para el tratamiento de semillas fueron la Gran Bretaña, Canadá y Estados Unidos; siguiéndolos al principio de los cincuentas los organofosforados, algunos con efecto sistémico pueden causar resistencia microbial; en

los setentas aparecen los carbamatos y en los ochentas los piretroides (Lagunes y Villanueva 1995).

Lagunes (1991) menciona que insecticidas con baja toxicidad para mamíferos y nula acumulación en el ambiente, son muy utilizados contra larvas de lepidopteros, también contra plagas caseras, y más recientemente se les ha autorizado en México y otros países para ser utilizados contra plagas de granos almacenados. Además se utilizan gases tóxicos penetrantes y no residuales. Se sugiere que al usar cualquier fumigante, se deben cubrir los sacos, silos o el local con plásticos y bien sellada contra el suelo con pesas o cinta adhesiva, dejándose cubierto por 1-5 días y luego se ventila por 1-2 días más antes de empezar a consumirlo. Pérez (1988) encontró en trabajos realizados que la mayor toxicidad de los insecticidas en *S. zeamais,* fue el paratión, malatión, permetrina, metomil, lindano y DDT.

Dentro de los insecticidas que actúan como gases se tienen las fosfaminas (fosfuro de aluminio), el cual es eficaz contra todas las etapas de desarrollo de los insectos (huevecillos, larvas, pupas y adultos) que atacan al grano almacenado (Matute y Trabanino 1999).

Control Integrado.-El empleo adecuado de todos los métodos de control ya descritos ayudarán de una mejor manera a prevenir y combatir el ataque de esta plaga, ayudando a

reducir no solo las poblaciones, sino además preservar la calidad de los granos. Esta técnica en general se conoce como manejo integrado de plagas (Matute y Trabanino 1999).

Por otro lado, las condiciones de almacenamiento de las semillas presentan una gran importancia desde el punto de vista económico, porque almacenando las semillas en condiciones adecuadas se evita la deterioración temprana y se mantiene la calidad durante más tiempo. Es un hecho comprobado que el manejo y el almacenamiento de los granos sin emplear procedimientos adecuados, conducen a pérdidas causadas por agentes como la humedad excesiva, las impurezas, la temperatura y las plagas.

En estos puntos se deben conocer las facilidades mecánicas para la limpieza, el transporte y el almacenamiento del grano, para que su secado sea eficiente, cuidar la limpieza de los sacos, costales o envases utilizados para el almacenamiento y un mejor manejo de las pilas de grano. Esto implica que los productores deben estar preparados con instalaciones y equipos adecuados para la cosecha y manejo del grano (Baur, 1991).

Resistencia a Insecticidas

Lagunes y Villanueva (1995) mencionan que la resistencia a insecticidas es una consecuencia de cambios genéticos que alteran procesos bioquímicos en forma

cuantitativa y/o cualitativamente. Dichos cambios ocurren a nivel individual, pero se hacen aparentes en toda una población de insectos cuando la proporción de resistentes sea tal que se refleje una falla en el control.

La susceptibilidad de los insectos a productos químicos fue reconocida en 1887, se registró el primer dato formal sobre resistencia en insectos (Lagunes y Villanueva 1995).

Lagunes (1991) menciona que el término resistencia múltiple se usa cuando una población adquiere resistencia a varios insecticidas, tanto a aquellos que han sido aplicados, como a otros que no han sido aplicados. En este caso, la población posee varios mecanismos de resistencia de forma simultánea.

FAO (1979) indica que el control debe realizarse de acuerdo a las características del insecto y del almacén, ya que de lo contrario los tratamientos resultan ineficaces, costosos, peligrosos y a la larga facilitan la formación de individuos más resistentes a los tóxicos que se utilizan para su control.

Lagunes (1991) por otra parte menciona que la resistencia cruzada negativa se presenta cuando una población que ha adquirido resistencia a un insecticida, regresa a

una susceptibilidad cercana a la original, como consecuencia de la aplicación de otro insecticida que es toxicológicamente diferente.

Lagunes y Villanueva (1995) señalan que con el desarrollo de los insecticidas orgánicos se pensó que los insectos plaga estaban destinados a desaparecer; sin embargo, a pesar de las aplicaciones continuas contra plagas, éstas persistían e inclusive tendían a incrementarse, debido a que muchos individuos no mueren por desarrollar resistencia al insecticida aplicado. Clasificando a la resistencia en tres tipos, las que enseguida se precisan:

1) Resistencia por Comportamiento.- Se refiere a los patrones de comportamiento que contribuyen a la resistencia, estos pueden ser hábitos tales como la preferencia a descansar en áreas no tratadas con insecticidas en lugar de áreas tratadas, o bien la detección del insecticida y la tendencia a evitarlo antes de ponerse en contacto con él (Carrillo, 1984).

La interrupción de la exposición al insecticida por parte del insecto se puede deber a una acción irritante o bien a una acción repelente. La acción irritante que produce un insecticida en algunos miembros de la población, ocasiona que éstos no sean controlados por el agroquímico. Por tanto, cuando dichos individuos se vuelven mayoría en la población, se dice que es resistente, cuando en realidad dichos individuos son más

susceptibles que los normales, ya que si son expuestos forzosamente al tóxico, su DL50 será menor que la de los individuos normales (Lagunes 1991).

2) Resistencia Morfológica.- Se presenta cuando alguna característica morfológica ocasiona la resistencia, por ejemplo, una menor área de exposición al tóxico (Carrillo 1984).

3) Resistencia Fisiológica.- Es el tipo de resistencia más importante; los insectos adquieren resistencia de dos formas, por adición de un mecanismo de protección o por insensibilidad en el sitio de acción. Con fines de manejo, los tipos de resistencia se reagrupan en mecanismos de resistencia metabólicos y no metabólicos. Son mecanismos metabólicos cuando involucran cambios enzimáticos y no metabólicos cuando se refieren a cambios en sensibilidad del sitio activo, en la tasa de penetración, almacenamiento o excreción, así como en el comportamiento o la forma de los insectos.

Lagunes y Villanueva (1995) proponen algunas recomendaciones generales para retrasar la aparición de la resistencia, como son:

- Usar insecticidas con vida activa corta (no residuales).
- El plaguicida a usarse no debe estar relacionado con otro que se haya usado anteriormente con respecto a mecanismos de resistencia.
- La formulación no debe ser de liberación prolongada en el medio.

- Las aplicaciones deben realizarse cuando las poblaciones alcancen niveles de densidad relativamente altos, para evitar mayor número de aplicaciones.
- El porcentaje de selección debe ser sólo el suficiente para mantener a la población por debajo del umbral económico.
- Seleccionar de preferencia adultos.
- Hacer aplicaciones localizadas, en vez de hacer cubrimientos totales.
- Deben dejarse algunas generaciones sin seleccionar.

Métodos de Detección de la Resistencia.

La detección de la resistencia a insecticidas se logra mediante pruebas de susceptibilidad a insectos, también llamados bioensayos. Los bioensayos se basan en pruebas de dosis o concentración-mortalidad, lo que usualmente se realizan en laboratorios. Sin embargo, éstos tienen serias limitaciones, ya que requieren un gran número de insectos, de muestras a procesar y los resultados se pueden obtener mucho tiempo después.

Métodos Directos.- Hay gran diversidad de tipos, dependiendo del insecto, insecticida a evaluar y el objetivo del mismo; consiste en la aplicación de una dosis única a un animal o en el incremento del estímulo en un periodo de tiempo, generalmente buscando una respuesta fisiológica. Nos permiten detectar el nivel de la resistencia y la

homogeneidad genética de la población en su respuesta al tóxico, la cual se observa en los valores de la posición de la línea y de la pendiente de la recta de regresión, obtenida mediante el procedimiento Probit; así a mayor pendiente mayor homogeneidad de la población, es decir, que poseen los mismos genes de resistencia y en la misma proporción entre individuos

Métodos Indirectos.- Principalmente bioquímicos. Estos métodos consisten en la aplicación de una dosis a una muestra representativa, de manera que los resultados se atribuyen a el total de la población; correlacionan un alto nivel de una enzima o una relación enzimática específica, la resistencia comprobada en cierta colonia de insectos pueden ser cualitativos o cuantitativos, generalistas o específicos, según la metodología utilizada (Lagunes y Villanueva 1995).

Bioensayo

De acuerdo con Lagunes y Villanueva (1995), el bioensayo se emplea para determinar la toxicidad de las sustancias químicas con supuestas propiedades tóxicas. Sus objetivos son: determinar la eficiencia de varios tóxicos contra una población de insectos; la susceptibilidad de diferentes razas o especies de artrópodos a un tóxico y la determinación de la cantidad de un tóxico en un sustrato. El bioensayo tiene dos componentes; el estímulo y la respuesta. El estímulo, es el agente que produce una

respuesta (químico, físico o eléctrico) y la respuesta es el efecto o manifestación que produce la aplicación del estímulo (la muerte, un nivel enzimático, la temperatura, etc.). En el caso particular del estudio toxicológico de insecticidas, el estímulo es el insecticida aplicado y la respuesta es la muerte del insecto. La magnitud del efecto de un bioensayo está en función de los factores involucrados, los cuales deben estandarizarse para evitar la variación y poder compararlos con otras investigaciones; mediante la siguiente ecuación:

$E = f(a, t, T, e, y, s)$

Donde: E = estímulo

a = Cantidad de tóxico
t = Tiempo de exposición
T = Temperatura
e = Efectos del medio ambiente
y = Factores fisiológicos
s = Edad del individuo

Los mismos autores mencionan que en los bioensayos, la cantidad del tóxico que se aplica no siempre es la misma que la que llega al sitio de acción, en este caso tienen que ver los factores que se mencionan a continuación:

- Parte del insecticida aplicado no entra en contacto con el insecto, debido a que se volatiliza.
- Hay descomposición por intemperización.
- En el integumento de algunos insectos se presentan factores que promueven la penetración reducida del tóxico.

- Almacenamiento de tejido inerte, generalmente tejido graso.
- Mayor excreción del organismo.
- Tasa o proporción de activación por medio de la formación de productos más tóxicos al interior del insecto.
- Tasa de degradación.
- Insensibilidad en el sitio de acción.

Evaluación del Tóxico

La toxicidad de los insecticidas a un organismo se expresa usualmente en términos de DL50 (dosis letal cincuenta); ésta representa la cantidad de tóxico por unidad de peso que mata el 50 por ciento de los animales empleados en la prueba. En los casos en que solo se sabe cuál es la cantidad de insecticida que rodea al organismo, y no la unidad de insectos se usa el término CL50 (concentración letal cincuenta), ésta determina la concentración del compuesto que mata el 50 por ciento de los animales expuestos en un período específico, generalmente de 24 horas.

El método comúnmente empleado para insectos de granos almacenados es el de exposición residual aplicado al recipiente que contenga a los insectos o al grano del que se alimenta el organismo en prueba. Para expresar la susceptibilidad de cualquier población de insectos a venenos, se grafican en hojas de logaritmo Probit

Ley de Weber y Fechner.

La magnitud de la respuesta biológica es proporcional no al cambio aritmético en el estímulo, sino a su logaritmo, esto se logra al transformar la respuesta de porcentajes de mortalidad a unidades probit.

La posición de la línea o pendiente está en proporción a la mortalidad con respecto al incremento de la dosis. El significado de la posición y pendiente de la línea es:

- A mayor pendiente con el mismo incremento de dosis habrá mayor efecto.
- La posición de la línea indica que tan rápido llega el insecticida al sitio de acción.
- La pendiente indica la homogeneidad o heterogeneidad de la población en su respuesta al tóxico. A mayor pendiente más homogeneidad y a menor pendiente más heterogeneidad.

Los límites de confianza, también denominados límites fiduciales. son los límites de significancia de la línea de respuesta a ambos lados de cada dosis o concentraciones. Estos se estrechan a un nivel de DL50 o CL50, y se ensanchan hacia

valores mayores o menores de mortalidad. Si los limites de confianza de dos lineas se traslapan, quiere decir que éstas, no son significativamente diferentes. (Lagunes y Villanueva 1995).

Criterios para un buen Bioensayo.

- Que la dosis sea precisa (cantidad aplicada).
- Seguridad en la determinación de la respuesta (vivo o muerto).
- Que el medio donde se realiza el bioensayo tenga condiciones estables durante el desarrollo del estudio.
- Que el método permita diferenciar al cambiar la dosis.
- Que el método sea reproducible.
- Uso de la fórmula de Abbott (1925) para corregir la mortalidad natural en caso de muerte en el testigo.

$$MC = \left[(X - Y) / (100 - Y) \right] (100)$$

Donde: MC = mortalidad corregida (%)
X = mortalidad en el tratamiento (%)
Y = mortalidad en el testigo (%)

En general cuando se obtiene más de 15% de mortalidad en el testigo, los resultados deben desecharse o repetirse.

Calidad de Semillas

Moreno (1996) menciona que la investigación agrícola en el país ha generado simientes mejoradas que permiten cosechar mayor cantidad de alimentos por unidad de superficie.

La producción de semillas mejoradas requieren el uso de diversas técnicas y metodologías especializadas, entre las que se encuentran el análisis de sus características con el fin de evaluar su calidad y potencial agrícola. Por ello es de vital importancia manejar adecuadamente las semillas dentro de todo el proceso de tecnología y definir cuales son las metodologías más eficientes en los proceso de producción, acondicionamiento y almacenamiento, la calidad de la misma y donde esta siendo afectada, para poder así aplicar los correctivos necesarios. El éxito de la producción de granos se basa en gran medida en el uso de semilla de alta calidad (Gutiérrez y Guemes, 2000).

La calidad de la semilla para germinar y producir una plántula normal es el principal atributo a considerar para evaluar su calidad y potencial; resulta indispensable considerar otros aspectos importantes relacionados con su calidad, manejo y comercialización. Entre éstos están el muestreo, pureza física y varietal, el vigor, contenido de humedad y su condición fitosanitaria (Moreno, 1996 y Roberts, 1972).

Al respecto, la característica más importante de una semilla es el construir una estructura viva (semilla), donde todos los procesos vitales que tienen lugar antes y durante su germinación son directa o indirectamente afectados por una serie de factores que actúan sobre la planta a la que da origen, como también sobre la semilla misma. El efecto de la acción de dichos factores es lo que el hombre trata de estimar mediante pruebas de viabilidad en las semillas.

El Vigor Como Factor de Calidad

Entre los factores críticos durante la germinación se encuentra la disponibilidad de agua que debe ser adecuada, la temperatura y la composición de los gases de la atmósfera. El vigor de las semillas agrícolas es tema de interés entre productores y usuarios, que demandan que tenga buena germinación y establecimiento de las plántulas en campo (Moreno, 1996).

Entre las causas de la variabilidad del vigor de las semillas se citan las siguientes:

- Genotipo
- Medio ambiente y nutrición de la planta.
- Estado de madurez en el momento de la cosecha.
- Tamaño y peso volumétrico.

- Daño fisico.
- Deterioro y envejecimiento.
- Patógenos.
- Velocidad y uniformidad de la emergencia de la plántula en el campo.

Por otra parte, se debe estimar el potencial biológico de lotes con porcentajes de germinación similares para tomar decisiones sobre el tiempo de almacenaje al que pueden ser sometidas las semillas, ya que se ha visto que el vigor y la longevidad están altamente correlacionados (Moreno, 1996; Macmillan, 1985 y Roberts, 1972).

La ISTA (1987) ha publicado manuales sobre los métodos para realizar las pruebas de vigor. Definiéndolo como la suma total de procesos en la semilla los cuales determinan la actividad potencial y rendimiento de la misma durante su germinación y emergencia de plántulas; Macmillan (1985) menciona algunas de las actividades que realizan en la semilla son: procesos bioquímicos y reacciones enzimaticas durante la germinación y actividad respiratoria, por ciento y uniformidad de germinación y la emergencia de plántulas para emerger bajo condiciones favorables. Por otro lado, la AOSA (1983) al igual que Roberts (1972) señalan al vigor como las propiedades que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo.

Moreno (1996) al igual que Macmillan (1985) y Roberts (1972) mencionan que; "El vigor es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semillas durante su germinación y emergencia de la plántula. Las que se comportan bien se llaman semillas de alto vigor y las que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor".

Germinación

Mediante la germinación, la semilla cumple su rol biológico y esta capacidad determina en alto grado la calidad de la misma. Lotes de semilla con baja germinación además de afectar cuantitativamente la población de plantas, presentan otros problemas; por ejemplo, desuniformidad en la emergencia de las plántulas, dificulta la aplicación de herbicidas y favorece el desarrollo de maleza y otros cultivos.

El potencial que se indica en el por ciento de germinación rara vez es logrado en el campo debido a factores como humedad, temperatura del suelo, profundidad de siembra, tipo de suelo, enfermedades, insectos, etc. Según la ISTA, la capacidad de germinación es el desarrollo de las estructuras esenciales de la semilla con un nivel que muestra su potencial para producir plantas normales en campo bajo condiciones favorables (Moreno, 1996 y Jeffs, 1986).

Otros consideran la germinación como la reactivación del grano, para el embrión el resultado es la ruptura de la testa de la semilla y la emergencia de la plántula. Esta definición presume que la semilla esta en un estado de reposo; durante esta período, la semilla está en estado relativamente inactivo, esto es una taza metabólica baja. Algunas especies son capaces de germinar días después de la fertilización y otras requieren de un largo período de poscosecha o un período de reposo más largo para poder germinar. Dependiendo de la especie será el período de reposo, tiempo y reactivación del grano (Macmillan, 1985).

Tipo de Almacenamiento

FAO (1985) cita que las semillas alcanzan su punto de madurez fisiológica al tiempo que obtienen el máximo peso de materia seca. En esta etapa, la calidad fisiológica de la semilla está en su máximo nivel. A medida que el tiempo transcurre su calidad va siendo afectada por factores externos, siendo los más importantes la temperatura y alta humedad relativa.

Durante el deterioro, varios componentes que condicionan el comportamiento de las semillas son alterados en un patrón más o menos constante, siendo la pérdida de la germinación una de sus últimas consecuencias. Antes de que ocurra una pérdida de la

germinación, varios cambios físicos, fisiológicos, químicos y bioquímicos ocurren en la semilla. Aún cuando los porcentajes de germinación sean altos en un lote la semilla no es indicativo de que el nivel de vigor no ha sido afectado, ya que antes que la capacidad de germinación se pierda otros cambios que afectan el vigor o la calidad de semilla han ocurrido (Moreno, 1996 y Macmillan, 1985).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología en Semillas (CCDTS) de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coahuila, el cual se encuentra localizado a una latitud 25°13´48´´, longitud 101°01´48´´ y una altura de 1743 msnm, donde se realizaron las pruebas de análisis de calidad y en la Unidad de Investigación en Granos y Semillas (UNIGRAS) ubicado en la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán de la UNAM en el Estado de México, donde se realizaron las infestaciones, multiplicaciones y pruebas de mortandad de los insectos bajo diferentes concentraciones, además de mantener los materiales almacenados en cámaras controladas.

Materiales

Se utilizó semilla híbrida de maíz variedad Pantera, producida en los Mochis, Sinaloa en abril del año 2000. Es un maíz blanco harinoso, libre de tratamientos químicos y con un contenido de humedad de un 12 por ciento, libre de impurezas sin clasificación por tamaño y forma; a dicho germoplasma se le determinó germinación y vigor antes de tratarlas químicamente.

Posteriormente se aplicaron los tratamientos químicos directamente a la semilla de acuerdo a las dosis y productos que se presenta en el Cuadro 3.1, los cuales fueron determinados bajo un bioensayo realizado; teniendo un total de 660 unidades experimentales, cada una constaba de un fresco de cristal (con su respectiva tapa) el cual contenía aproximadamente de 80 85 g de semilla tratada previamente.

Cuadro 3. 1: Productos y dosis utilizados en el tratamiento de semilla de maíz.

PRODUCTOS	TRATAMIENTO	DOSIS (ppm)
Clorpyrifos metil	T1	2
	T2	4
	T3	8
	T4	16
Clorpyrifos metil + Captan	T5	1.5 + 12
	T6	3 + 12
	T7	6 + 12
	T8	12 + 12
Deltametrina	T9	2
	T10	4
	T11	8
	T12	16
Deltametrina + Captan	T13	2 + 12
	T14	4 + 12
	T15	8 + 12
	T16	16 + 12
Testigos Dosis comerciales	T17 CM+C	6 + 12
	T18 D	1
	T19 D+C	1 + 12
	T20	0

Descripción de los productos utilizados.

a) Clorpyrifos metil

Este es un insecticida fosforado que actúa por contacto e ingestión no sistémico y no compatible con compuestos alcalinos, formulado como concentrado emulsificable, que se debe diluir de acuerdo a la dosis recomendada para el tratamiento de granos y semillas de almacén (Jeffs, 1986). El ingrediente activo es [(0.0-Dimetil-0-(3,5,6-ticlor-2-piridin)-fosforatiato]. La concentración en el producto comercial de 43.2g de I.A./ lts.

b) Captan

El captan es un fungicida agrícola fluente utilizado contra hongos de almacén y puede tener para algunos grupos efectos insecticidas relativamente no tóxico en plantas y animales, compatible con otros insecticidas, no se ha detectado resistencia de patógenos (Jeffs, 1986). El ingrediente activo es: Cis-N-(triclorometil)tio)-4-ciclohexen-1,2-dicarboximida. Presenta una concentración de 155 ml /kg de I.A.

c) Deltametrina

Insecticida piretroide que actúa por contacto e ingestión contra plagas de almacén; ofrece una protección completa y duradera de los granos, impidiendo su reinfestación por un período de 3 a 6 meses.

Se puede utilizar en todos los cereales (trigo, maíz, arroz, sorgo), leguminosas y oleaginosas en forma directa al grano, en alimentos o semillas embolsadas y en instalaciones y transportes. El ingrediente activo es (S)-alfaciano-m-fenoxibencil (1R, 3R)-3-3 (2-2-dibromovinil) -2,2 dimetil. ciclopropanocarboxilato (2.50 por ciento).

Metodología.

Pruebas de Eficiencia Química y Calidad.

Las unidades experimentales fueron infestadas con adultos de la especie *S zeamais* en una proporción de 300 insectos por kilogramo de semilla sin diferenciar sexo (20 insectos por cada unidad experimental), los insectos se obtuvieron de una colonia establecida en la UNIGRAS. Se restablecieron infestaciones cada mes para asegurar que los individuos fueran de la misma edad. Los adultos presentes en semilla infestada se separaron de ésta con ayuda de un tamiz. Estos individuos se tomaron para colocarlos en los diferentes tratamientos y tiempos de infestación según correspondía.

Almacenamientos de los Materiales.

El almacenamiento de la semilla se realizó en la UNIGRAS durante un tiempo de 210 días, realizando infestaciones cada 30 días en la semilla tratada, efectuando un

total de siete reinfestaciones desde julio de 2001 hasta febrero de 2002. Esta semilla se conservó a un 80 % de HR y a una temperatura de 26° C. En el CCDTS se realizó la aplicación de productos químicos a las dosis establecidas por el bioensayo y los análisis iniciales de calidad y en cada período de infestación, así como el efecto de fitotóxicidad que se realizaron cada 60 días.

Parámetros evaluados.

A) **Mortalidad de Insectos** (Efecto insecticida): Se realizaron cada 24 h, determinándose el por ciento de mortalidad después de la infestación correspondiente para cada tratamiento. El porcentaje se corrigió mediante la fórmula de Abbott (1925) en caso de mortalidad en el testigo. Se tomó como criterio que en caso de que la mortalidad en el testigo excede del 15 por ciento, los resultados de esos tratamientos se invalidarían.

B) **Pruebas Fisiológicas** (Parámetros de calidad); 1) Germinación estándar, 2) vigor (prueba de envejecimiento acelerado):

1) La germinación estándar se realizó conforme a las reglas de la Internacional Seed Testing Association (ISTA,1995), para ello se colocaron cuatro repeticiones de 50 semillas en toallas de papel húmedo, que se enrollaron

para formar las muñecas, se llevaron a incubación a 25°C, realizándose conteos a los 4 y 7 días, registrando el número de plántulas normales y anormales (producto de una posible toxicidad de los productos químicos) y semilla no germinada, longitud de plúmula, para la radícula fue un promedio de cinco raíces escogidas al azar y para el peso seco se utilizo solo la plúmula y radícula de cada plántula , este material se secó a una temperatura de 70° C por 18 h (Moreno, 1996) con una modificación a un solo conteo a los 5 días.

2) En vigor se realizó la prueba de envejecimiento acelerado se utilizó una cámara de envejecimiento artificial con condiciones de 40 $\pm$ 2°C y a un 100 % de HR. Dentro de la cámara se colocó un vaso de precipitado de 600 ml conteniendo 100 ml de agua, colocándose arriba del nivel del agua 200 semillas en una malla de alambre, sostenidas por un soporte en el interior y tapándose con papel aluminio, teniendo un total de 40 frascos en la cámara (dos frascos por tratamiento). El tiempo de exposición fue de 72 h, al finalizar se sacaron las semillas y se efectuaron 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), obteniéndose los datos para trazar líneas de respuesta concentración-mortalidad, además de los valores de CL50, CL90 y la ecuación de predicción.

Las dos pruebas de almacenamiento fueron analizadas bajo un diseño de parcelas divididas, donde la parcela mayor fueron los tiempos de almacenamiento y la parcela chica los tratamientos (productos y dosis). En los casos en que se detectaran diferencias significativas se realizaron pruebas de comparación de medias por Duncan al 0.05 por ciento de probabilidad. Los datos de germinación estándar antes y después de la prueba de envejecimiento artificial fueron transformadas por medio de arco sen $\sqrt{x/100 + 0.5}$ (al 0.05), (Steel y Torrie, 1986).

Modelo matemático.

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_{ij} + T_k + \rho T_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor observado.

μ = Efecto de la media.

ρ_i = Efecto del i-esimo periodo de almacenamiento.

α_i = Error de la parcela grande.

T_k = Efecto del k-esimo tratamiento.

ρT_{ik} = Efecto de la interacción de los k-esimo tratamiento por k-esimo tratamiento de almacenamiento

ε_{ijk} = Efecto del error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Efecto de Insecticidas.

Clorpyrifos metil.- Efecto persistencia

Las concentraciones de insecticida aplicadas a la semilla de maíz fue realizada en el mes de julio y va desde 1.5 hasta 16 ppm como se muestra en la Figura 4.2. En los primeros 60 días todas las concentraciones se comportaron de la misma manera, teniendo un 100 por ciento de mortandad de *S. zeamais;* en cuanto a los 90 días de almacenamiento, las concentraciones de 4 a 16 ppm conservaron el 100 por ciento de efectividad; y solamente las concentraciones de 1.5, 2 y 3 ppm mostraron una disminución en la eficiencia de control que varía de 38.3, 51.6 y 73.3 por ciento respectivamente. A los 120 días de la aplicación del tratamiento, la respuesta de las concentraciones mayores mantuvieron un alto nivel de mortalidad, ya que fue de un 100 por ciento; en tanto que las concentraciones de 1.5 hasta 4 ppm redujeron de nuevo su eficiencia desde 25 a 65 por ciento respectivamente.

En cuanto a la eficiencia del clorpyrifos metil a los 150 días de la aplicación, solo las concentraciones de 12 y 16 ppm conservaron su eficiencia al máximo con un 100 por ciento de mortalidad; en tanto que las concentraciones de 6 y 8 ppm mantuvieron una

reducción constante en su eficiencia de 80 y 95 por ciento respectivamente; las dosis menores redujeron más su mortalidad, ya que ésta varía desde un 16 hasta un 55 por ciento. Por lo que corresponde a la concentración de 12 ppm a los 180 días se mantuvieron en un 100 por ciento, a las 12 y 16 ppm redujeron ligeramente su eficiencia a un 95 por ciento; en tanto que las concentraciones de 6 y 8 ppm también redujeron su eficiencia considerablemente hasta 28.3 y 68.3 por ciento. Es de enfatizar que dosis menores presentaron porcentajes de control demasiado bajos. A los 210 días, la concentración de 12 ppm redujeron su eficiencia ligeramente a 98.3 por ciento, pero la concentración de 16 ppm mantuvo el 100 por ciento. Es importante señalar que el resto de las concentraciones tuvieron un efecto muy bajo a los 180 días después del tratamiento.

En cuanto a las diferencias de mortalidad observadas a los 12 y 16 ppm en los diferentes tiempos es muy probable que se deban al manejo de las poblaciones, es decir, a la selección al azar de adultos mas vigorosos que hace que algunos se mantengan vivos, es claro que estos efectos estuvieron influenciados por la degradación del insecticida, sobre todo después de los 180 días de almacenamiento.

Es claro que la acción del insecticida se va perdiendo conforme avanza 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 luz (12:12) a

través del tiempo. El efecto insecticida a concentraciones bajas de 1.5 y 2 ppm se mantuvieron por 2 meses a 4 ppm hasta 90 días y de 8 a 16 ppm hasta 150 días y de 210 días a la dosis de 16 ppm. Esto implica que dependiendo del tiempo de protección que se desee será la concentración del insecticida a aplicar.

Además, estos datos nos indican que entre la aplicación de clorpyrifos metil y la mezcla de éste con captan, no mostraron ninguna diferencia entre sí, al igual que los resultados obtenidos por Arthur (1993) y Daglish *et al.* (1995); es decir, no existe un efecto de sinergismo ni antagonismo; y que las pequeñas diferencias de mortalidad que se observaron entre los tratamientos es debido a la diferencia entre las concentraciones del tóxico y a la selección de individuos de *S. zeamais* por ser al azar.

Efecto Biológico.

Para determinar este efecto, los datos de mortalidad que se obtuvieron por períodos de infestación se analizaron por el método de probit, esto corresponde a las infestaciones de los meses de noviembre del 2000 a febrero del 2001. En cambio, en las fechas anteriores dado que los porcentajes de mortalidad fueron muy homogéneos y cercanos al 100 por ciento no se pudieron analizar. En cuanto al mes de enero, la mezcla clorpyrifos metil más captan por la posición de por cientos de mortalidad de *S. zeamais* en dosis bajas no permitió obtener resultados confiables.

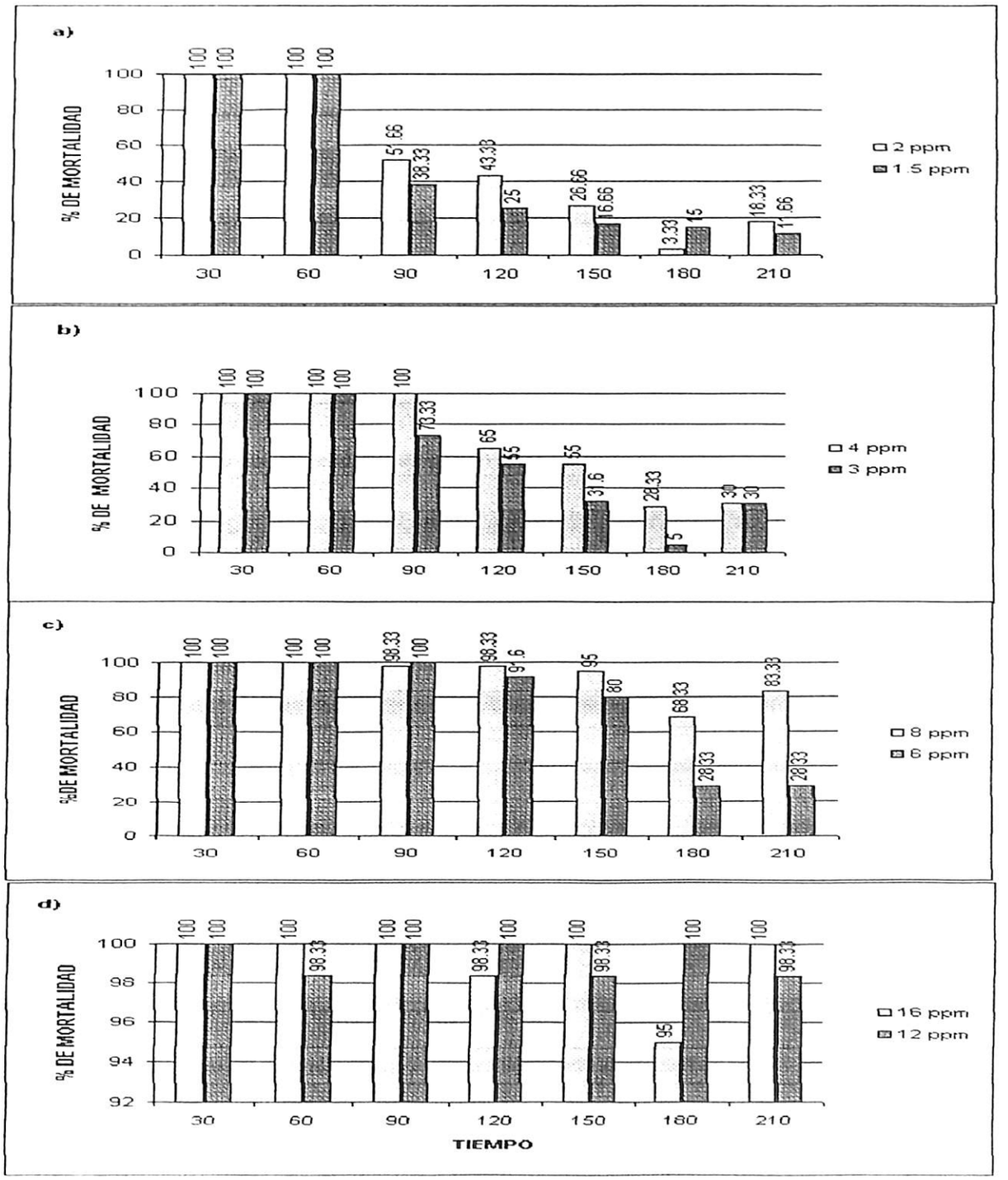

Figura 4.2 - Mortalidad obtenida por efecto de clorpyrifos metil □y captan más clorpyrifos metil ▨ en infestaciones a través de tiempo con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky en diferentes concentraciones(a – d).

BANCO DE TESIS 13754

En la Figura 4.3 se muestran las líneas de regresión concentración-mortalidad para el clorpyrifos metil aplicado a semilla de maíz a diferentes tiempos de infestación, donde al nivel del CL50 se presentó una clara diferencia, ya que se requiere una mayor concentración para matar la misma población conforme pasa el tiempo, indicativo claro de que hay una disminución del efecto insecticida, donde se observó que por cada mes de retrazo en la infestación se requieren mayores concentraciones del tóxico para matar el mismo nivel de la población del gorgojo del maíz (50 por ciento de individuos).

Por lo que corresponde al nivel de CL90, en la misma Figura 4.3 se muestra que la acción de clorpyrifos metil fue muy parecida entre los 120 días y los 150 días (los meses de noviembre y diciembre), lo que implica que la población utilizada tiende a conservar una respuesta estable con respecto al tóxico durante los primeros meses, y que posteriormente a este tiempo el efecto de degradación del tóxico al nivel del CL90 permite un pérdida de eficiencia, lo que se traduce en que se requieran mayores dosis para matar el mismo segmento de la población, esta es la razón de los cambios de posición de las líneas, teniendo las mismas tendencias de las líneas para enero y febrero, donde la única diferencia es que se tiene una mayor degradación del insecticida.

Con respecto al efecto de la mezcla de clorpyrifos metil más captan como se muestra en la Figura 4.4, al nivel de CL50 no existe diferencia, es decir, presentó la misma tendencia que el clorpyrifos metil solo de la Figura 4.3, aunque al CL90, las posiciones de las líneas varían ligeramente, esto ocasionado por que las concentraciones son menores que para el caso anterior, lo que provoca que las líneas se modifiquen ligeramente en su posición.

Como se muestra en el Cuadro A.1, donde se compara la acción del clorpyrifos metil y clorpyrifos metil más captan al nivel de CL50, observamos respuestas muy parecidas entre si a través del tiempo, y a la infestación de las semillas de maíz con adultos de *S. zeamais*, ya que la diferencia a los 120 días osciló entre 2.46 y 2.51 ppm; a los 150 días vario entre 3.22 y 3.44 ppm y a los 210 días (febrero) entre 4.61 y 5.46 ppm. Esto significa como ya se señaló, que no existe un efecto sinergista o antagonista por la mezcla con el funguicida y que por lo tanto el efecto sobre el picudo es solo por el insecticida fosforado. Resultados que coinciden con Quilan (1979) y Daglish *et al.* (1995) quien menciona que la utilización de clorpyrifos metil solo y en combinación en el control de insectos bajó drásticamente la población de estos en los primeros días, pero al transcurrir el tiempo de almacenamiento los productos utilizados disminuyeron su efectividad.

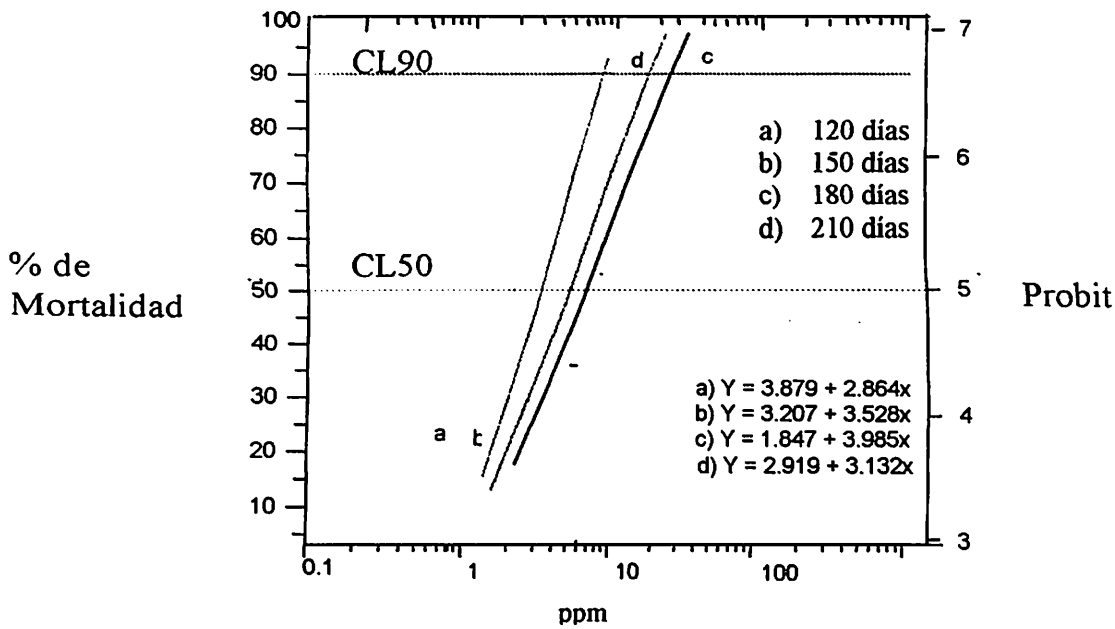

Figura 4.3. Líneas de respuesta concentración-mortalidad de clorpyrifos metil en *Sitophilus zeamais*.

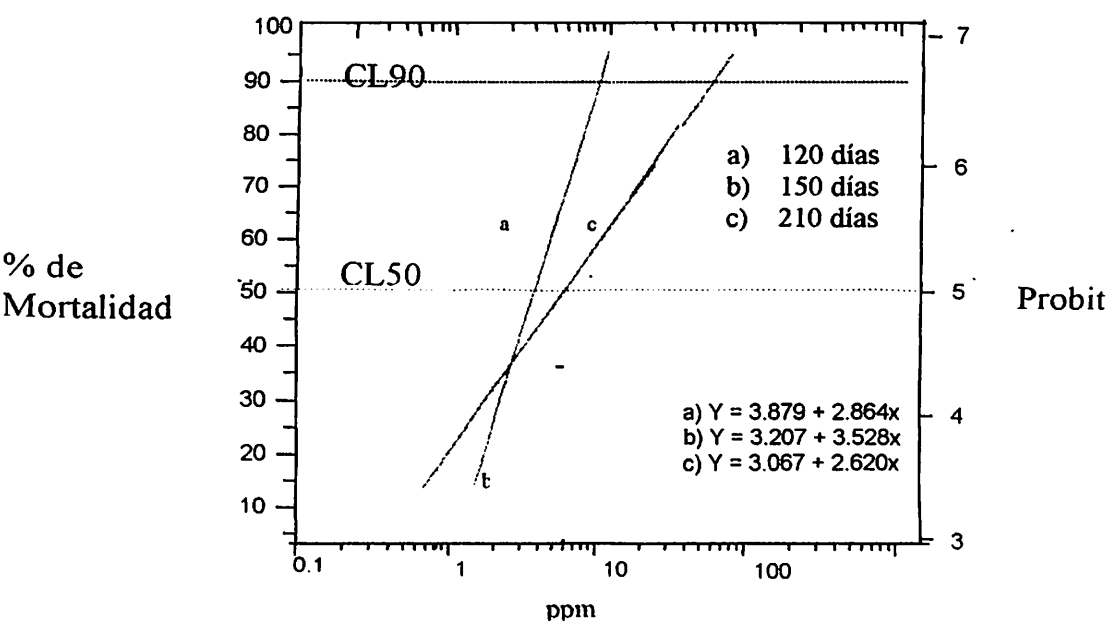

Figura 4.4. Líneas de respuesta concentración-mortalidad de clorpyrifos metil y su mezcla con captan en *Sitophilus zeamais*.

Deltametrina.- Efecto de persistencia

En cuanto al efecto de este piretroide, cabe señalar que la aplicación de los insecticidas se empezó en el mes de julio contra S. *zeamais*, en la Figura 4.5 se muestra que hasta los 60 días su eficiencia fue de 100 por ciento para todas las concentraciones de 4 hasta 16 ppm, tanto del producto solo como en la mezcla con captan. Solo para la concentración de 2 ppm la eficiencia bajó a 93 por ciento. En cuanto al efecto del insecticida a los 90 días, las concentraciones de 16 y 8 ppm mantuvieron su eficiencia al 100 por ciento; y las concentraciones de 4 ppm, tanto para el producto solo y de mezcla, la eficiencia se redujo a 75 y 93.3 por ciento respectivamente; a las dosis de 2 ppm se redujeron a 81.6 y 63.3 por ciento. Estos efectos de reducción de mortalidad no son tan drásticos como en el caso de clorpyrifos metil, al respecto de la eficiencia a los 120 días, la concentración de 16 ppm es de 100 y 98.3 por ciento en la deltametrina y la mezcla con captan respectivamente; con la concentración de 8 ppm, la eficiencia se redujo un poco más a un 96.6 y 91.4 por ciento. Pero en el caso de las concentraciones de 2-4 ppm se mantuvieron porcentajes similares de mortalidad observados a los 90 días.

Por lo que corresponde a la mortalidad a los 150 días, en todas las concentraciones la eficiencia se mantuvieron en forma similar que a los 120 días. Pero a los 180 días, la concentración de 16 ppm empezó a degradarse, teniendo un 98.3 y 90 por ciento de eficiencia; así mismo, a 8 ppm, la reducción de mortalidad llegó hasta a

un 90 y 85 por ciento respectivamente; a 4 ppm, la degradación de la deltametrina es más notable llegando hasta un 31.6 y 45 por ciento y a 2 ppm bajo a 16.6 y 33 por ciento respectivamente.

Sin embargo es de comentar que a los 210 días, la concentración de 16 ppm su eficiencia volvió a aumentar, llegando al 100 por ciento; en tanto que la dosis de 8 ppm se redujo a 81.6 y 70 por ciento y las dosis de 2-4 ppm aumentaron ligeramente.

Esta diferencia de mortalidad en los últimos registros es muy probable que se deba al manejo de las poblaciones, es decir, a la presencia de individuos adultos de *S. zeamais* que son más vigorosos y por lo tanto más tolerantes al insecticida.

La acción del piretroide se va perdiendo conforme avanza el tiempo, lo que implica que la degradación del tóxico puede deberse principalmente al efecto de luz/ oscuridad (12:12) a través del tiempo. El efecto insecticida a concentraciones bajas de 2 y 4 ppm se mantuvieron por 2 meses, a 8 ppm su efecto se mantuvo por 150 días con un 95 por ciento de eficiencia y a 16 ppm hasta 210 días, existiendo pequeñas reducciones en la eficiencia del producto, como ya se citó por efecto de la variabilidad genética del insecto al seleccionarse al azar. En general, esto implica que dependiendo del tiempo de protección que se desee será la concentración del insecticida a aplicar, Giga (1991)

menciona que la persistencia y efectividad de los insecticidas dependerá del tipo de superficie, la concentración a aplicar, decreciendo con el tiempo de aplicación.

Estos datos nos muestran que entre la aplicación de la deltametrina y la mezcla con captan, las diferencias son mínimas. Debido a esto podemos decir, que no existe un efecto de sinergismo ni antagonismo al igual que los resultados obtenidos por Arthur (1993) y que las pequeñas diferencias de mortalidad que se observaron entre los tratamientos es debido a la diferencia entre concentraciones del tóxico y a la selección de individuos de *S. zeamais* por ser al azar.

Efecto biológico.

Como ya se señaló anteriormente en este apartado, los datos se analizaron por el método de probit en lo que corresponde a las poblaciones de los meses de noviembre del 2000 a febrero del 2001 para la deltametrina, con el resto de los meses anteriores no fue posible dado que los por cientos de mortalidad son muy altos (100 por ciento) y no permiten que el análisis probit trabaje.

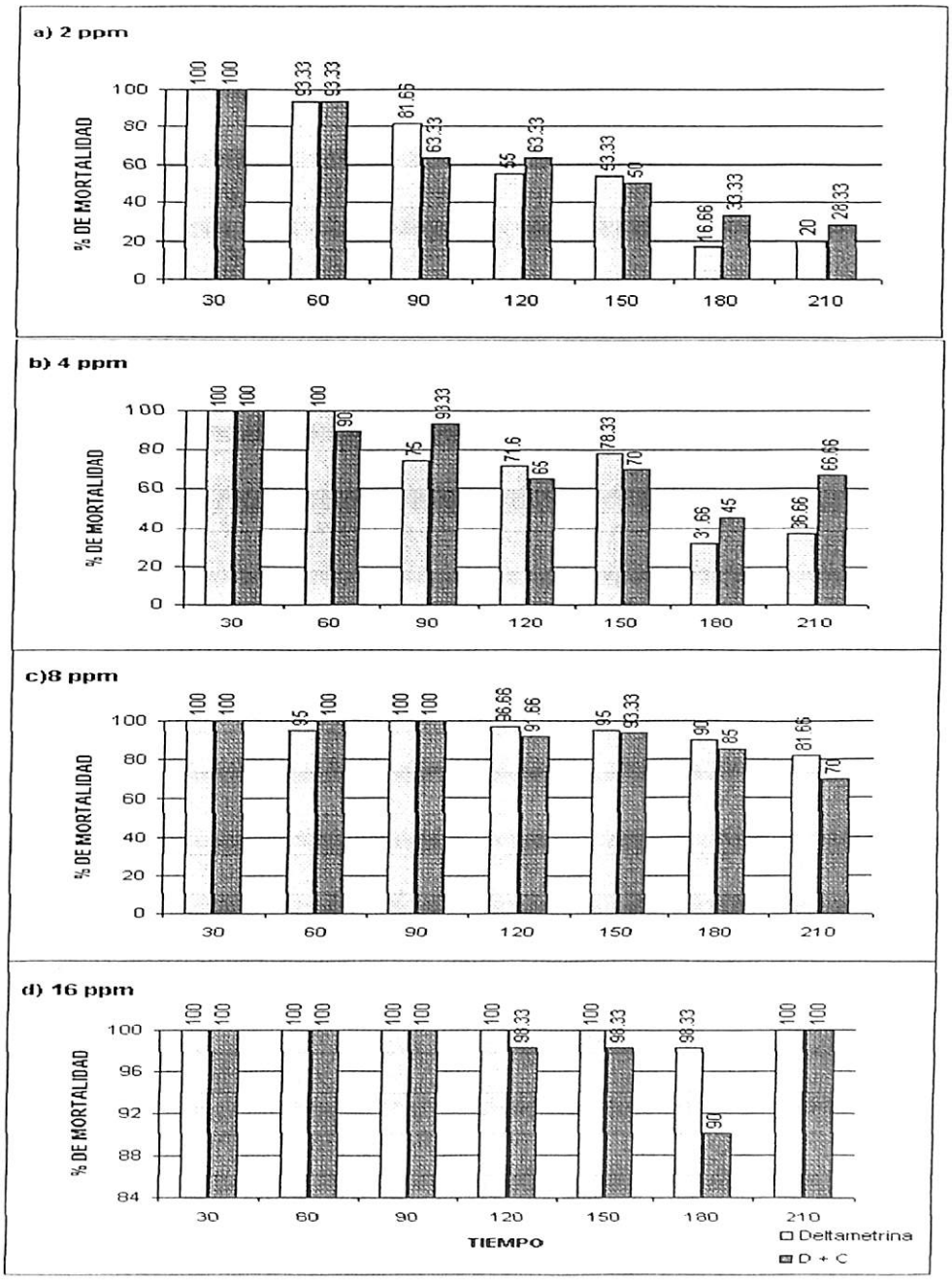

Figura 4.5 .- Mortalidad obtenida por efecto de deltametrina solo y en mezcla con captan (D+C) en infestaciones a través de tiempo con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsk a diferentes concentraciones(a – d)

Así, en la Figura 4.6 se muestran las líneas de regresión concentración-mortandad para la deltametrina a diferentes tiempos de infestación al nivel de CL50, donde se presentó una clara diferencia, ya que se requiere una mayor concentración para matar la misma población conforme pasa el tiempo, indicativo claro de que hay una disminución del efecto insecticida, donde se observó que por cada mes de retrazó en la infestación se requieren mayores concentraciones del tóxico para matar el mismo nivel de la población (50 por ciento de individuos).

En cuanto a la CL90, en la Figura 4.6 se muestra la posición de las líneas de regresión concentración-mortalidad por la acción de la deltametrina, las cuales tienden a ser muy parecidas entre sí, lo que implica que la población utilizada tiende a conservar una respuesta estable con respecto al tóxico, aunque el efecto de degradación del tóxico al nivel del CL90 por acción de concentraciones mayores permite mayor estabilidad que en el caso del CL50.

Con respecto a la mezcla de la deltametrina más captan (Figura 4.7) al nivel de CL50, la tendencia es la misma que con deltametrina sola. Pero en caso de la CL90, las posiciones de las líneas varían ligeramente, esto es ocasionado por las concentraciones menores que provoca que las líneas se abran ligeramente, esto a causa de la selección al

azar de individuos que incluyen variables no controladas como sexo, edad y vigor entre otras.

Como se muestra en el Cuadro A.2, donde se compara la acción de la deltametrina con la deltametrina mas captan al nivel de CL50, observamos que las diferencias de las respuestas de las concentraciones entre si a través del tiempo son mínimas y que conforme se aumenta el tiempo de almacenamiento en cada infestación a las semillas de maíz con adultos de *S. zeamais.* La CL50 va aumentando, así a los 120 días osciló entre 2.79 y 1.65 ppm; a los 150 días varió entre 3.36 y 2.11 ppm; para los 180 días varió entre 4.29 y 3.63 ppm y a los 210 días entre 4.35 y 3.38 ppm, coincidiendo con Giga (1991) quien menciona en sus resultados que la toxicidad de las permetrinas es mas bajo que la de las deltametrinas siendo esta ultima la más efectiva hasta por cuatro semanas contra *S.zeamais* en superficies de madera, vidrio, yute y lodo, siendo mayores lo efectos contra *P. truncatus* y difiriendo con Flores (1999) que mencionó que las permetrinas y deltametrinas crean mayor resistencia, requiriendo dosis más altas (mayores de 9.41, 24 y 51 ppm) para tener mortalidades iguales.

Esto significa, como ya se señaló, que no existe un efecto sinergista o antagonista por la mezcla con el funguicida y que por lo tanto, el efecto sobre el picudo es solo por la deltametrina.

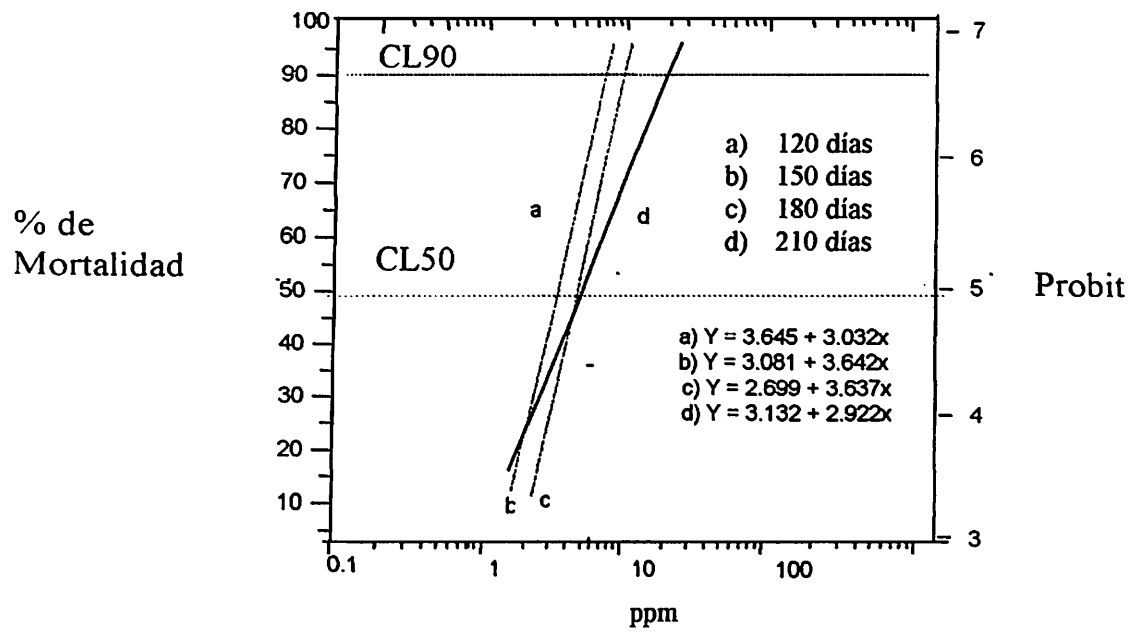

Figura 4.6. Líneas de respuesta concentración-mortalidad de deltametrina en *Sitophilus zeamais*.

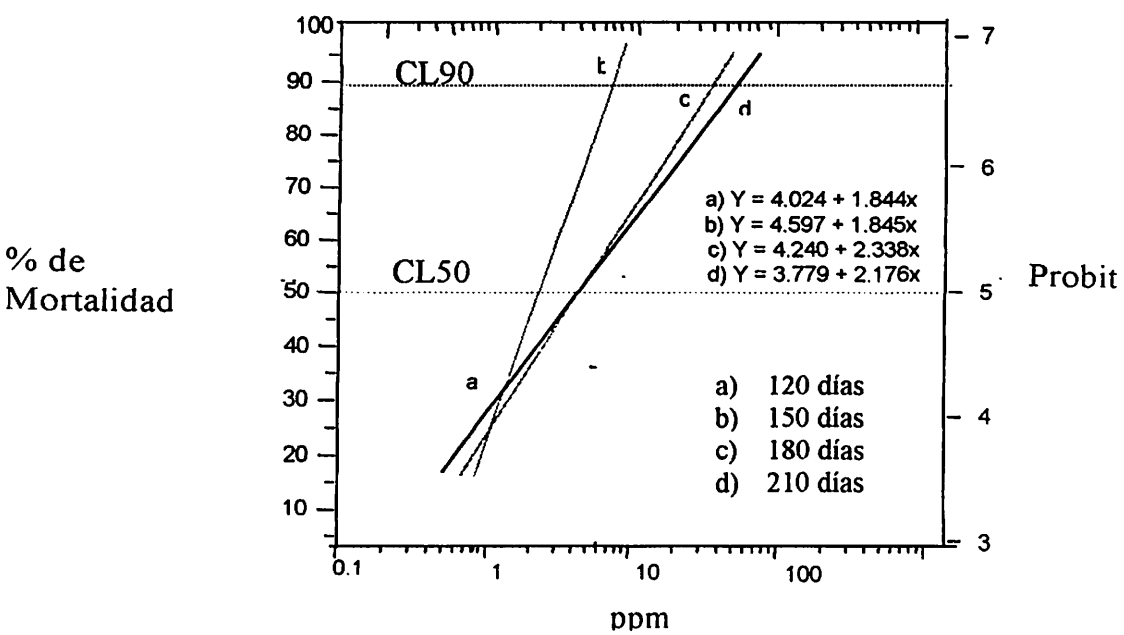

Figura 4.7. Líneas de respuesta concentración-mortalidad de deltametrina y su mezcla con captan en *Sitophilus zeamais*.

Parámetros de Calidad

Prueba de germinación y envejecimiento acelerado en semilla tratada e infestada con *S. zeamais*.

Los resultados obtenidos al realizar el análisis de varianza para las pruebas fisiológicas de Germinación Estándar (G.E) con la semilla del híbrido Pantera, infestada con *S zeamais* mostraron invariablemente una alta significancia y mayores valores de cuadrados medios en la fuente de variación; tiempos de almacenamiento, para todas las variables evaluadas excepto en peso seco; entre tratamientos, se detectaron diferencias altamente significativas para todas las variables sin contar el peso seco; en tanto que la interacción tiempo de almacenamiento por tratamientos no presentó diferencias en el peso seco y el resto de las variables manifestaron alta significancia, tal como se aprecia en el Cuadro 4.1.

Los resultados obtenidos al realizar el análisis de varianza para las pruebas fisiológicas de Envejecimiento Acelerado (E.A.) con la semilla del híbrido pantera, infestada con *S zeamais* 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, sugiriendo que en ambas pruebas fue el factor de mayor efecto en las variables evaluadas. Entre tratamientos y la interacción se presentó también una alta significancia para todas las variables, tal como se aprecia en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.1 – Análisis de varianza para las variables germinación, plántulas anormales, longitud de plúmula, radícula y peso seco de la prueba de germinación estándar para con la semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

F.V.	GL	Ger.	P.A. Trans.	L. Plúmula	L. Radícula	Peso seco
Tiempo de almacenamiento (Tp)	6	9630.088**	0.10320**	198.133**	140.690**	12853.037NS
ε(a)	35	109.4895NS	0.00106NS	2.1540N	2.9297NS	4922.561NS
Tratamientos (trt)	19	4869.927**	0.02399**	34.0279**	48.533**	6509.432NS
Tp*trt	114	488.126**	0.00349**	3.6153**	9.865**	5202.662NS
ε. ε.	665	116.696	0.000958	1.3582	3.1102	4941.83
c.v.(%)		12.327	4.4145	17.496	13.055	212.27

**= altamente significativo. * =significativo. NS= no significativo.

Cuadro 4.2.- Análisis de varianza para las variables germinación, plántulas anormales, longitud de plúmula, radícula y peso seco de la prueba de envejecimiento acelerado para con la semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

F.V.	GL	Ger.	P.A. Trans.	L. Plúmula	L. Radícula	Peso seco
Tiempo de almacenamiento (Tp)	6	66067.026**	0.38516**	336.579**	299.4164**	173861.511**
ε(a)	35	67.593NS	0.00139NS	1.3419NS	3.6118NS	1842.2672NS
Tratamientos (trt)	19	6486.708**	0.00968**	17.7729**	75.5148**	23.584.160**
Tp*trt	114	452.446**	0.00786**	3.1837**	11.8135**	16236.617**
ε. ε.	665	99.0229	0.0014	1.0966	4.2310	1479.510
c.v.(%)		14.712	5.027	18.365	17.292	86.491

**= altamente significativo. * =significativo. NS= no significativo

Germinación.

Las comparaciones de medias para esta variable (Duncan al 0.05 de probabilidad) en las pruebas de germinación estándar, mostraron que entre los períodos se formaron hasta cuatro grupos de significancia (Cuadro A-7), evidenciando una reducción paulatina conforme se incrementó el período de almacenamiento, siendo los dos primeros estadísticamente iguales y los de mayor porcentaje (96.56 y 96.03). Entre los tratamientos, hubo hasta cinco grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 2, 8, 13, 14 y 15 con valores superiores al 92 por ciento, en tanto que el testigo se ubicó en el último grupo de significancia con 45.52 por ciento de germinación. En la interacción resaltó el comportamiento de los tratamientos 5 y 19 con una fuerte reducción de la germinación en el quinto período, así como el tratamiento 1 en el sexto período, aunque de menor cuantía que el testigo, el cual desde al segundo período de almacenamiento declinó su germinación.

En la prueba de envejecimiento acelerado (Cuadro A-12), esta variable mostró también una disminución conforme se incrementaron los períodos de almacenamiento, formando cinco grupos de significancia. Los tratamientos por su parte formaron hasta nueve grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos, los tratamientos 19, 15 y 7, en tanto el testigo se ubicó en el ultimo grupo. En la interacción, al igual que en

la prueba anterior, los tratamientos 5 y 19 mostraron una fuerte reducción de la germinación en el quinto periodo de almacenamiento, así como el tratamiento 1 en el sexto periodo, pero superando al testigo quien desde el segundo período disminuyo su germinación tal como se puede apreciar en la Figura 4.8

La tendencia de los tratamientos fue que los que contienen deltametrina tuvieron mayor por ciento de germinación que aquellos que contienen clorpyrifos metil para ambas pruebas. Los correspondientes a la dosis menor es de clorpyrifos metil fueron los que obtuvieron un menor por ciento de germinación, esto a causa del daño que el insecto causó en la semilla, debido al bajo nivel de protección que exhibió a partir de la tercera fecha de reinfestación. Lo anterior concuerda con lo descrito por Gina y Canoa (1991) quienes mencionan que en superficies tratadas con deltametrina es mas efectiva contra insectos y presentando una mortalidad errática para *S. zeamais;* la efectividad de los insecticidas decreció con el tiempo de aplicación, el cual fue generalmente más tóxico en cristal que en cualquier otro tipo de superficie. A diferencia de Pérez (1988), quien menciona que al utilizar permetrinas para probar la susceptibilidad a insecticidas en poblaciones de picudo de maíz (*S. zeamais)* en diferentes localidades, mostrando estos como uno de los insecticidas más débiles en el control de insectos.

El comportamiento de la germinación en la prueba de envejecimiento acelerado no fue muy diferente al de la germinación estándar , aunque con menores valores que los

obtenidos en la germinación estándar, lo cual es ocasionado por el estrés a que se sometió la semilla

Daglish *et al.* (1995) menciona y confirma que el clorpyrifos metil mas phenothrim son sumamente efectivos contra el mayor número de insectos en granos hasta por siete meses.

Plántulas anormales.

Las pruebas de rango múltiple para esta variable (Duncan al 0.05 de probabilidad) en la prueba de germinación estándar, mostraron que entre los períodos se formaron hasta cuatro grupos de significancia (Cuadro A.8), evidenciando un aumento paulatino conforme se incrementó el período de almacenamiento, siendo los dos primeros períodos estadísticamente iguales y los de menor por ciento. Entre los tratamientos, hubo hasta seis grupos de significancia resaltando en el promedio a los tratamientos 8, 13, 14, 15, 16 y 19 con valores promedio por debajo del seis por ciento , en tanto que el testigo se ubicó en el primer lugar del grupo de significancia con 26.38 por ciento de plántulas anormales. En la interacción resaltó el comportamiento de los tratamientos 1, 5 y 10 con un aumento del por ciento de plántulas anormales a partir del quinto periodo, aunque el de mayor cuantía fue el testigo, quien desde el segundo período de almacenamiento aumento su por ciento de plántulas anormales.

En la prueba de envejecimiento acelerado (Cuadro A.13), esta variable mostró también un aumento conforme se incrementó el período de almacenamiento, mostrando hasta seis grupos de significancia, presentando un mayor incremento a partir del cuarto período. Entre los tratamientos hubo hasta siete grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 7, 11, 12, 18 y 19, en tanto que el testigo se ubicó en el último grupo. En la interacción, resaltó el comportamiento de los tratamientos 1, 5 y 9 en el cuarto y sexto período y en el quinto período los tratamientos 4 y 9 aumentando su por ciento de plántulas anormales, así como los tratamientos 15, 16 y 19 tuvieron un aumento considerable en el último período de almacenamiento, siendo mayores al testigo el cual en el segundo y cuarto período aumento su porcentaje de plántulas anormales y disminuyendo paulatinamente en los últimos tres períodos tal como se puede apreciar en la Figura 4.9.

De manera general, la tendencia de los tratamientos que contienen clorpyrifos metil solo y en combinación con captan en ambas pruebas, el por ciento de plántulas anormales son mayores en éstos, que en los que contienen deltametrina al igual que su aumento conforme pasa el tiempo.

En cuanto a plántulas anormales para la prueba de germinación estándar en la Figura 4.9 se indica que el testigo obtuvo el mayor por ciento de plántulas anormales,

En la prueba de envejecimiento acelerado (Cuadro A.13), esta variable mostró también un aumento conforme se incrementó el período de almacenamiento, mostrando hasta seis grupos de significancia, presentando un mayor incremento a partir del cuarto período. Entre los tratamientos hubo hasta siete grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 7, 11, 12, 18 y 19, en tanto que el testigo se ubicó en el último grupo. En la interacción, resaltó el comportamiento de los tratamientos 1, 5 y 9 en el cuarto y sexto período y en el quinto período los tratamientos 4 y 9 aumentando su por ciento de plántulas anormales, así como los tratamientos 15, 16 y 19 tuvieron un aumento considerable en el último período de almacenamiento, siendo mayores al testigo el cual en el segundo y cuarto período aumento su porcentaje de plántulas anormales y disminuyendo paulatinamente en los últimos tres períodos tal como se puede apreciar en la Figura 4.9.

De manera general, la tendencia de los tratamientos que contienen clorpyrifos metil solo y en combinación con captan en ambas pruebas, el por ciento de plántulas anormales son mayores en éstos, que en los que contienen deltametrina al igual que su aumento conforme pasa el tiempo.

En cuanto a plántulas anormales para la prueba de germinación estándar en la Figura 4.9 se indica que el testigo obtuvo el mayor por ciento de plántulas anormales,

lo cual es debido al daño del gorgojo del maíz. En la prueba de envejecimiento acelerado los tratamientos aumentan notoriamente el número de plántulas anormales a causa del estrés a que se sometió la semilla, en caso del testigo este número es menor pero a causa del efecto doble estrés por el ataque del insecto y por el envejecimiento acelerado, no por la aplicación de los insecticidas y sus combinaciones a diferentes dosis durante el tiempo de almacenamiento como lo mencionan Arthur (1993) y Daglish *et al.* (1995).

Longitud de plúmula.

Al realizar las comparaciones de medias para esta variable en la prueba de germinación estándar, mostraron que entre los períodos se formaron hasta seis grupos de significancia (Cuadro A.9), evidenciando una reducción paulatina conforme se incrementó el período de almacenamiento resaltando el segundo período que mostró la mayor longitud con un comportamiento fuera de tipo en el sexto período. Entre los tratamientos, hubo hasta nueve grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 8, 14, 15, 16 y 19 con valores iguales o apenas superiores a 7 cm, en tanto que el testigo se ubicó en el último grupo de significancia con 3.29 cm de longitud de plúmula. En la interacción resaltó el comportamiento de los tratamientos 5, 9 y 19 en el quinto período, reduciendo su longitud a la mitad o más de la mitad a la obtenida en el periodo anterior, en el sexto período también hubo una reducción en los tratamientos 1 y 5 , así como los tratamientos 1, 5 y 18 en el último período con una

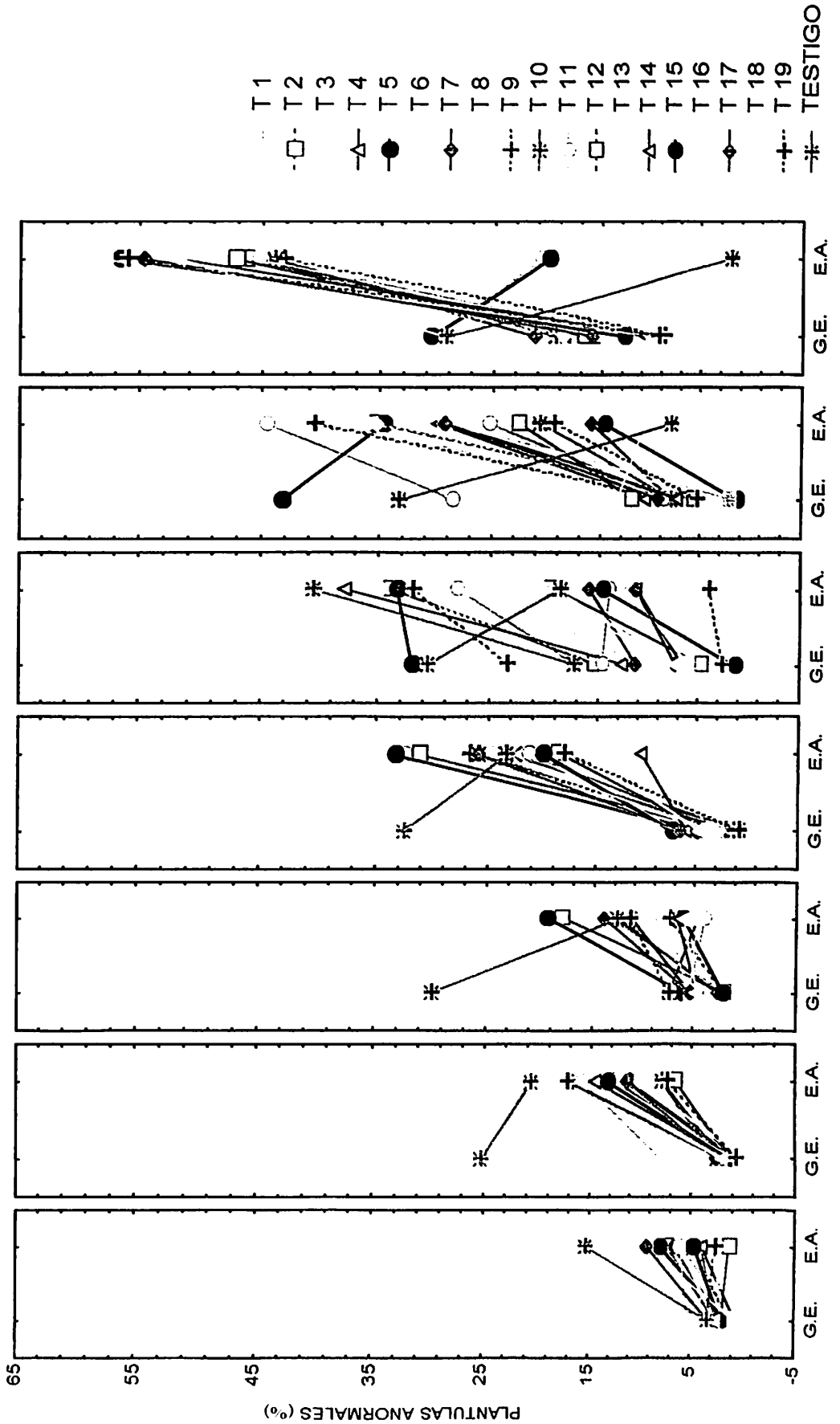

Figura 4.9. Medias del análisis de varianza para la variable de plántulas anormales de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y envejecimiento acelerado(E.A.) para la semilla infestada con adultos de *zeamais* Motchulsky.

fuerte reducción en la longitud , aunque de menor cuantía que el testigo, el cual desde el segundo período de almacenamiento declinó su longitud de plúmula.

En la prueba de envejecimiento acelerado (Cuadro A.14), esta variable mostró también una disminución conforme se incrementaron los períodos de almacenamiento, formando cinco grupos de significancia. Los tratamientos por su parte formaron hasta nueve grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos, los tratamientos 7, 11, 14, 15 y 19, en tanto el testigo se ubicó en el ultimo grupo. En la interacción, al igual que en la prueba anterior, los tratamientos 1, 5 y 10 mostraron una fuerte reducción de la longitud de plúmula en el cuarto período, los tratamientos 5, 10 y 18 en el quinto período de almacenamiento, así como los tratamientos 1, 5 y 9 en el sexto período, pero superando todos ellos al testigo quien desde el segundo período disminuyó y mantuvo su longitud de plúmula hasta el sexto y séptimo período donde se redujo aun más tal como se puede apreciar en la Figura 4.10

Esta gran variabilidad en la prueba de germinación estándar en este parámetro pudiera deberse al tamaño, forma del grano y período de almacenamiento, en los cuales se manifestaron diferencias apreciables a través de los siete períodos de almacenamiento. Al igual que los tratamientos con dosis menores de clorpyrifos metil solo y en combinación con captan y el testigo obtuvieron notables disminuciones de longitud de plúmula a causa del daño por *S. zeamais* en la semilla de maíz.

En la prueba de envejecimiento acelerado, los tratamientos en general exhibierón diferencias notorias entre sí, sin embargo, queda claro que se tiene un efecto drástico en crecimiento debido al estrés producido por la prueba, la cual causa deterioro en la semilla decreciendo su germinación, crecimiento tanto de radícula como de plúmula y su peso seco conforme pasa el tiempo de almacenamiento (Cobaquil 1991).

Longitud de Radícula.

Al comparar las medias de esta variable en las pruebas de germinación estándar, mostraron que entre los períodos se formaron hasta cinco grupos de significancia (Cuadro A.10), evidenciando una reducción paulatina a partir del tercer período de almacenamiento, siendo este el de mayor longitud de radícula, seguido del segundo, cuarto, primero y séptimo período, los cuales están en el cuarto grupo de significancia y el último grupo los períodos quinto y sexto. Entre los tratamientos hubo hasta siete grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 7, 8, 11, 14 y 19 con valores superiores de 13 cm, en tanto que el testigo se ubicó en el último grupo de significancia con 9.35 cm de longitud de radícula. En la interacción resaltó el comportamiento de los tratamientos 5, 16 y 19 en el quinto período, en el sexto período los tratamientos 1, 5 y 10, así como los tratamientos 2, 3 y 5 en el último período con

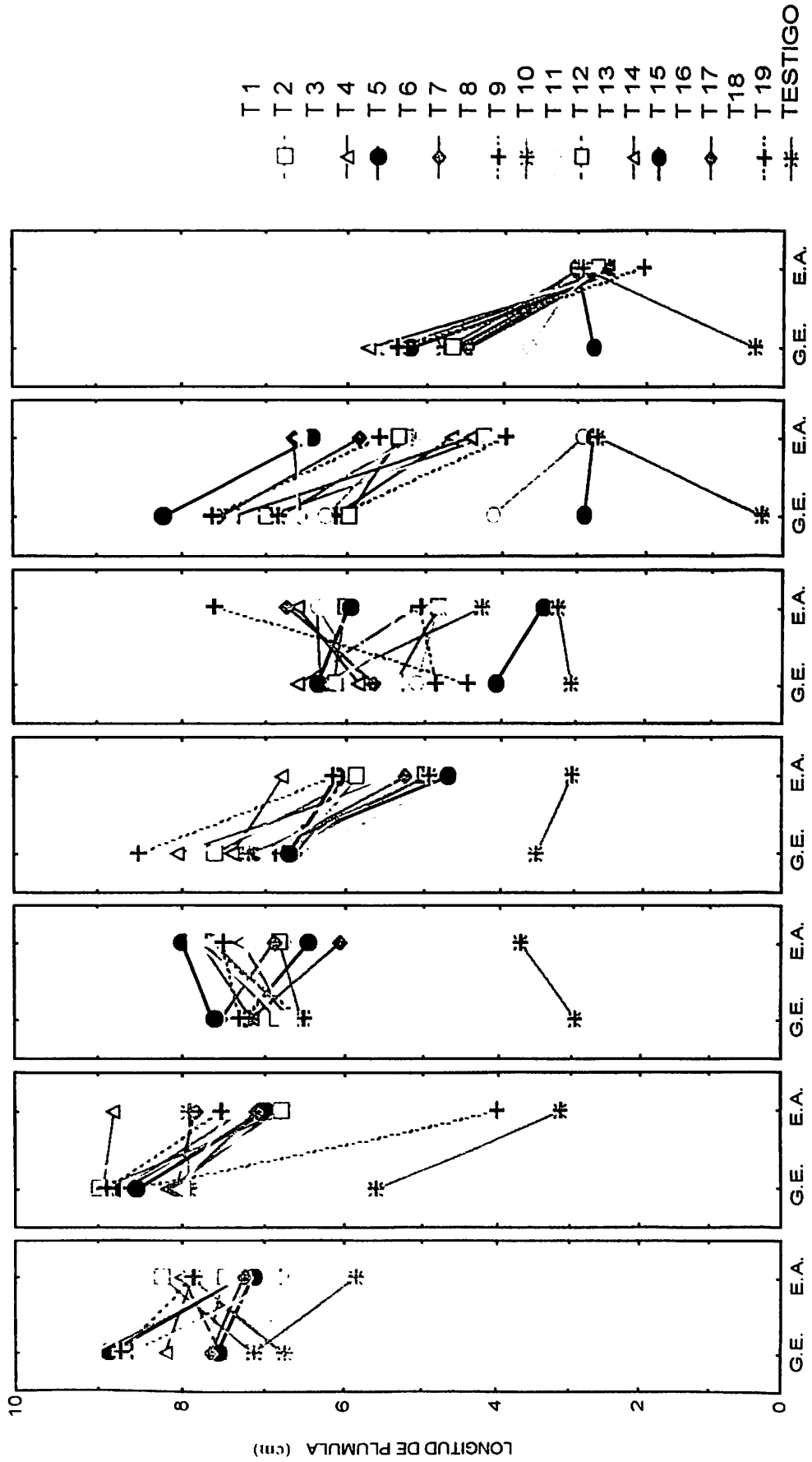

Figura 4.10. Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de plúmula de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y envejecimiento acelerado(E.A.) para la semilla infestada con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

una fuerte reducción en la longitud, aun que de menor cuantía que el testigo, quién desde al segundo periodo de almacenamiento declinó su longitud de radícula.

En la prueba de envejecimiento acelerado (Cuadro A.15), esta variable mostró también una disminución conforme se incrementaron los períodos de almacenamiento, formando seis grupos de significancia, donde el segundo período presentó la mayor longitud de radícula, seguido del tercer, quinto y primer período, disminuyendo aun más en los períodos restantes. Los tratamientos por su parte formaron hasta siete grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos, los tratamientos 3, 11, 12, 18 y 19, en tanto el testigo se ubicó en el ultimo grupo. En la interacción, resalto el comportamiento de los tratamientos 5, 7 y 13, quienes mostraron una fuerte reducción de la longitud de radícula en el cuarto período, los tratamientos 1 y 5 en el sexto período de almacenamiento, así como los tratamientos 5 y 13 en el último período, pero superando al testigo quien desde el segundo período disminuyo su longitud de radícula tal como se puede apreciar en la Figura 4.11

Para ambas pruebas el comportamiento fue similar muestra que todos los tratamientos presentan longitudes un poco diferentes entre sí a excepción del testigo que manifestó la menor respuesta, por lo que este factor es muy parecido en su crecimiento de la prueba de germinación estándar. Siguiendo la misma tendencia en la prueba de envejecimiento acelerado que se presenta en la longitud de plúmula ya mencionado.

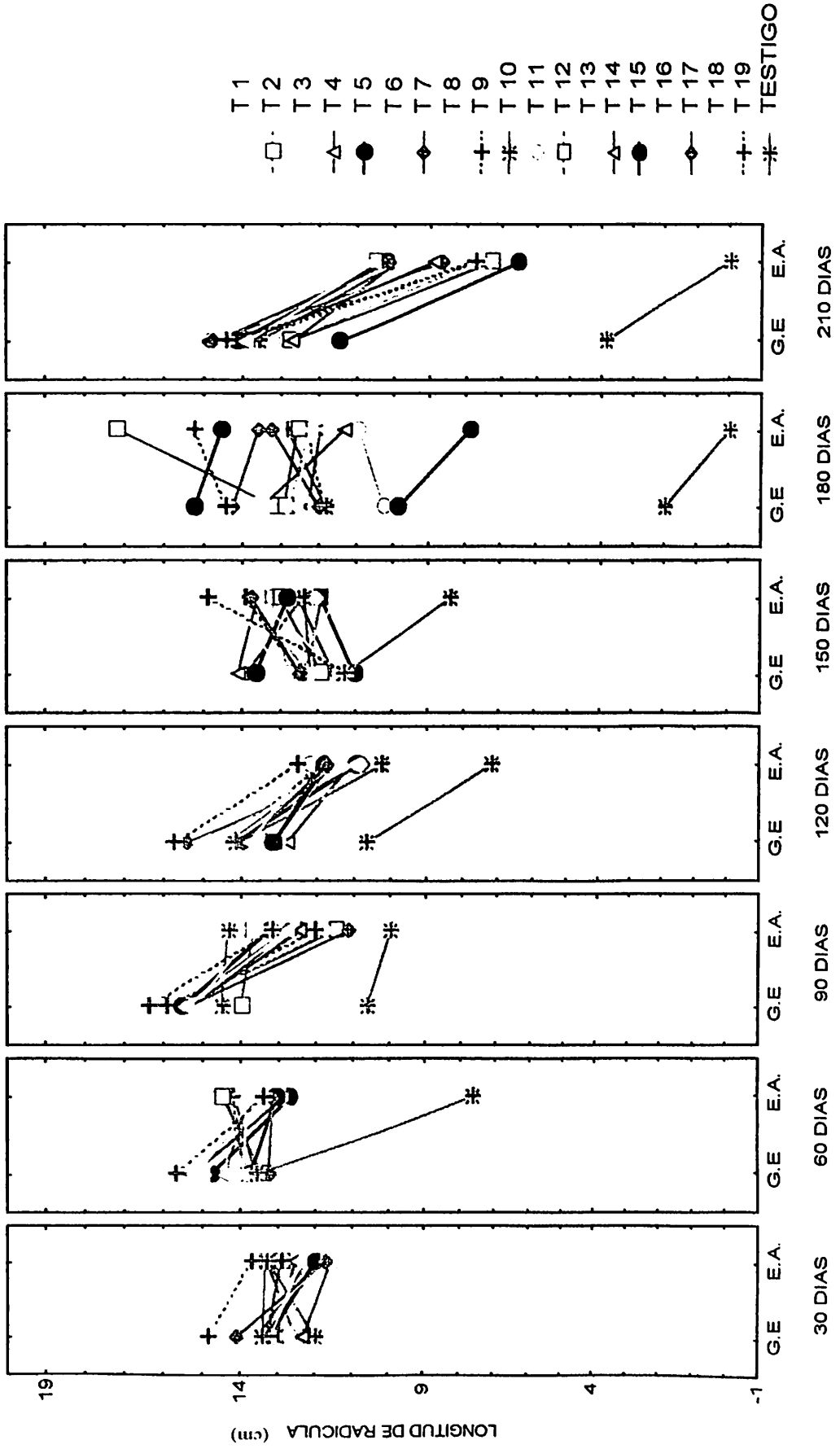

Figura 4.11. Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de radícula de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y envejecimiento acelerado (E.A.) para la semilla infestada con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Peso Seco.

Las comparaciones de medias en la prueba de germinación estándar, mostraron que entre los periodos se formaron hasta tres grupos de significancia (Cuadro A.11), mostrando que el tercer período de almacenamiento obtuvo el mayor peso seco, seguido de el primero, segundo y sexto período, agrupándolos en el segundo grupo de significancia y en el tercer grupo se encuentran el cuarto, quinto y séptimo período. Entre los tratamientos hubo dos grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 5, 8, 15, 19 y 20 con valores promedio superiores a 35 mg/planta, en tanto que el testigo se ubicó en el segundo grupo de significancia con 40.38 mg/planta de peso seco. En la interacción resaltó el comportamiento de los tratamientos 3 y 13 en el tercero y cuarto período con una reducción en el peso, en el quito período también con una reducción en los tratamientos 3 y 6, así como los tratamientos 3 y 11 en el sexto período y los tratamientos 2 y 9 en el último período con una fuerte reducción en su peso pero mayores a los obtenidos en los dos periodos anteriores a estos, aunque de menor cuantía que el testigo que en el último período de almacenamiento declinó su peso seco considerablemente.

En la prueba de envejecimiento acelerado (Cuadro A.16), esta variable mostró cinco grupos de significancia, siendo el segundo período el de mayor peso seco seguido por el cuarto período en el segundo grupo de significancia, el primero y quinto período

en el tercer grupo, seguido del séptimo y en el último grupo el tercer y sexto período . Los tratamientos por su parte formaron dos grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos, los tratamientos 1, 5, 8, 9 y 20, este último el testigo, el cual se ubicó en el primer grupo. En la interacción, resalto el comportamiento de los tratamientos 7, 14 y 18 los cuales mostraron una fuerte reducción de peso en el tercer período, los tratamientos 13, 17 y 18 en el quinto y sexto período de almacenamiento, así como los tratamientos 6, 9 y 13 en el último período, pero superando al testigo quien disminuyó su peso seco tal como se puede apreciar en la Figura 4.12

De manera general, para ambas pruebas el peso seco se aumenta en los períodos del 2 al 4, disminuyendo en los últimos períodos conforme pasa el tiempo de almacenamiento. La causa de estas diferencias observadas puede haber diferencia de peso por el tamaño y forma de la semilla y al tiempo de almacenamiento. Cobaquil (1995) menciona que en la cámara de envejecimiento acelerado hay mayor estrés, el cual permite una mayor absorción de humedad, por ende mayor deterioro, debiendo tomarse en cuenta el tipo de semilla, período de envejecimiento y tamaño de la semilla.

Por último se debe enfatizar que no hay efecto de los insecticidas solos o en mezcla con captan en relación a la prueba de envejecimiento acelerado, por lo que no se tiene efecto de fitotóxicidad. Arthur (1993) menciona que la combinación de clorpyrifos metil y deltametrina no hubo sobrevivencia en grano tratado (2ppm de clorpyrifos metil

y 0.5 ppm de deltametrina), al igual que Daglish *et al.* (1995) quien trato maíz con clorpyrifos metil con methoprene no fue más efectivo que el clorpyrifon metil solo en diferentes intervalos de almacenamiento.

Calidad de Semilla

Prueba de germinación estándar y envejecimiento acelerado para semilla tratada.

Los resultados obtenidos al realizar el análisis de varianza para la prueba fisiológica de germinación estándar (G.E) con la semilla de maíz mostraron invariablemente una alta significancia y mayores valores de cuadrados medios en la fuente de variación, tiempos de almacenamiento, para todas las variables evaluadas. Entre tratamientos, se detectaron diferencias significativas en longitud de radícula y altamente significativas para el resto de las variables; en tanto que la interacción tiempo de almacenamiento por tratamientos no presentó diferencias en longitud de radícula y el resto de las variables manifestaron alta significancia, tal como se aprecia en el Cuadro 4.3.

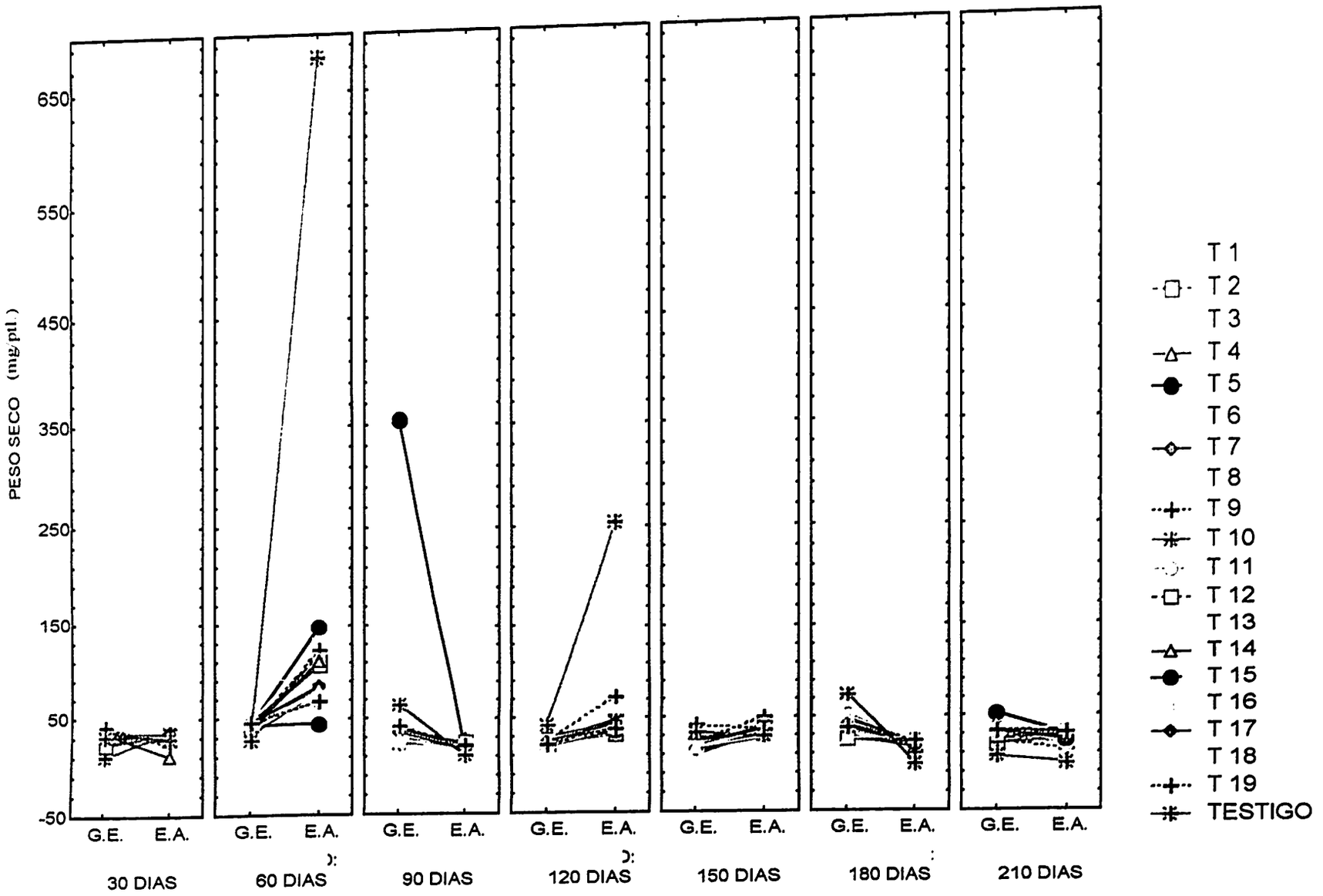

Figura 4.12. Medias del análisis de varianza para la variable de peso seco de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y envejecimiento acelerado (E.A.) para la semilla del infestada con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky

Para la prueba fisiológica de envejecimiento acelerado (E.A.) 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, sugiriendo que en ambas pruebas fue el factor de mayor efecto en las variables evaluadas. Entre tratamientos no se presentó significancia para longitud de radícula, pero si una alta significancia para el resto de las variables. En esta prueba la interacción tiempo de almacenamiento por tratamientos mostró alta significancia en todas las variables evaluadas (Cuadro 4.4.)

Cuadro 4.3 – Análisis de varianza para las variables germinación, plántulas anormales, longitud de plúmula, radícula y peso seco de la prueba de germinación estándar para calidad de semilla de maíz.

F.V.	GL	Ger.	P.A. Trans.	L. Plúmula	L. Radícula	Peso seco
Tiempo de almacenamiento (Tp)	3	3638.1666**	0.0828**	1178.573**	206.132**	38913.637**
ε(a)	20	34.873NS	0.00069NS	1.8713NS	2.5480NS	93.1622NS
Tratamientos (trt)	19	175.905**	0.00355**	4.2615**	6.1543*	1354.285**
Tp*trt	57	215.288**	0.00420**	2.1616**	3.1930NS	925.2439**
ε. E.	380	38.0588	0.00081	1.082	2.8014	66.5419
c.v.(%)		6.615	4.143	13.027	11.393	18.1059

**= altamente significativo. * =significativo. NS= no significativo.

Cuadro 4.4 – Análisis de varianza para las variables germinación, plántulas anormales, longitud de plúmula, radícula y peso seco de la prueba de envejecimiento acelerado para calidad de semilla de maíz.

F.V.	GL	Ger.	P.A. Trans.	L. Plúmula	L. Radícula	Peso seco
Tiempo de almacenamiento (Tp)	3	9145.633**	0.1111**	232.018**	160.2587**	9787.2971**
ε(a)	20	60.953NS	0.00133NS	1.2168NS	5.6561NS	37.3033NS
Tratamientos (trt)	19	319.518**	0.0039**	2.7877**	6.7215NS	212.5113**
Tp*trt	57	231.799**	0.0034**	3.5307**	10.9974**	125.1341**
ε. ε.		96.018	0.0013	1.2180	5.6066	55.0603
c.v.(%)		11.468	5.130	18.104	17.648	25.003

**= altamente significativo. *= significativo. NS =no significativo.

Germinación.

Las comparaciones de medias para esta variable (Duncan al 0.05 de probabilidad) en las pruebas de germinación estándar, mostraron que entre los períodos se formaron cuatro grupos de significancia (Cuadro A.17), evidenciando una pequeña reducción y conforme se incrementa el período de almacenamiento, mostrando en el cuarto período un 85.9 por ciento de germinación. Entre los tratamientos, hubo hasta siete grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 10, 13,

14 y 19 con valores promedio superiores al 95 por ciento, en tanto que el testigo se ubicó en el segundo grupo de significancia con 94.83 por ciento de germinación, en tanto que los tratamientos 1 y 4 mostraron la germinación mas baja. En la interacción resaltó el comportamiento de los tratamientos 1 y 12 con una fuerte reducción de la germinación en el tercer período, así como los tratamientos 1, 3 y 4 en el cuarto período, siendo estos menores que el testigo, quién en el tercer período de almacenamiento declinó su germinación hasta un 87.3 por ciento.

En la prueba de envejecimiento acelerado (Cuadro A.22), esta variable mostró también una disminución conforme se incrementaron los períodos de almacenamiento, formando cuatro grupos de significancia. Los tratamientos por su parte formaron hasta siete grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos, los tratamientos 5, 6, 13, 15 y 19, en tanto el testigo se ubicó en el último grupo. En la interacción, resaltó el comportamiento de los tratamientos 1, 7 y 17 mostraron una fuerte reducción de la germinación en el segundo período de almacenamiento, en el tercer período los tratamientos 3, 9 y 10, así como los tratamientos 3, 16 y 18 en el último período, pero superando al testigo, quien desde el segundo período disminuyo su germinación tal como se puede apreciar en la Figura 4.13

De manera general, la tendencia para ambas pruebas en el por ciento de germinación disminuye conforme pasa el tiempo de almacenamiento. En la prueba de

E.A. para el caso del clorpyrifos metil, los niveles de germinación se ven afectados ligeramente, aunque en la deltametrina este parámetro es más afectado pero sin encontrar tendencias con respecto al aumento de dosis, por lo que se considera que este efecto es causado por el estrés al que se sometió la semilla. Infiriendo con los resultados obtenidos por Barakat (1987), quien encontró que las permetrinas fueron mas efectivas en el control y con menores residuos en el grano más que el clorpyrifos metil en sacos de polipropileno que en los de yute.

Arellano *et al.* (2000) Menciona que la imbibición durante un período prolongado afecta el vigor y germinación de la semilla tanto de maíz como del sorgo. Cobaquil (1995) menciona que en la cámara de envejecimiento acelerado hay mayor estrés, el cual permite una mayor absorción de humedad por ende, mayor deterioro, debiendo tomarse en cuenta el tipo de semilla, período de envejecimiento y tamaño de la semilla.

Con los resultados obtenido de las pruebas de germinación estándar y envejecimiento acelerado para calidad de semilla coincide con los resultados obtenidos por Lahue (1976), quien menciona que en la semilla después de un largo período de almacenamiento no hubo daño considerable en su germinación, además se observó que toda la semilla de maíz tuvo una leve reducción de su viabilidad. Coincidiendo con Cobaquil (1991,) quien menciona que las pruebas de vigor causan deterioro en la semilla

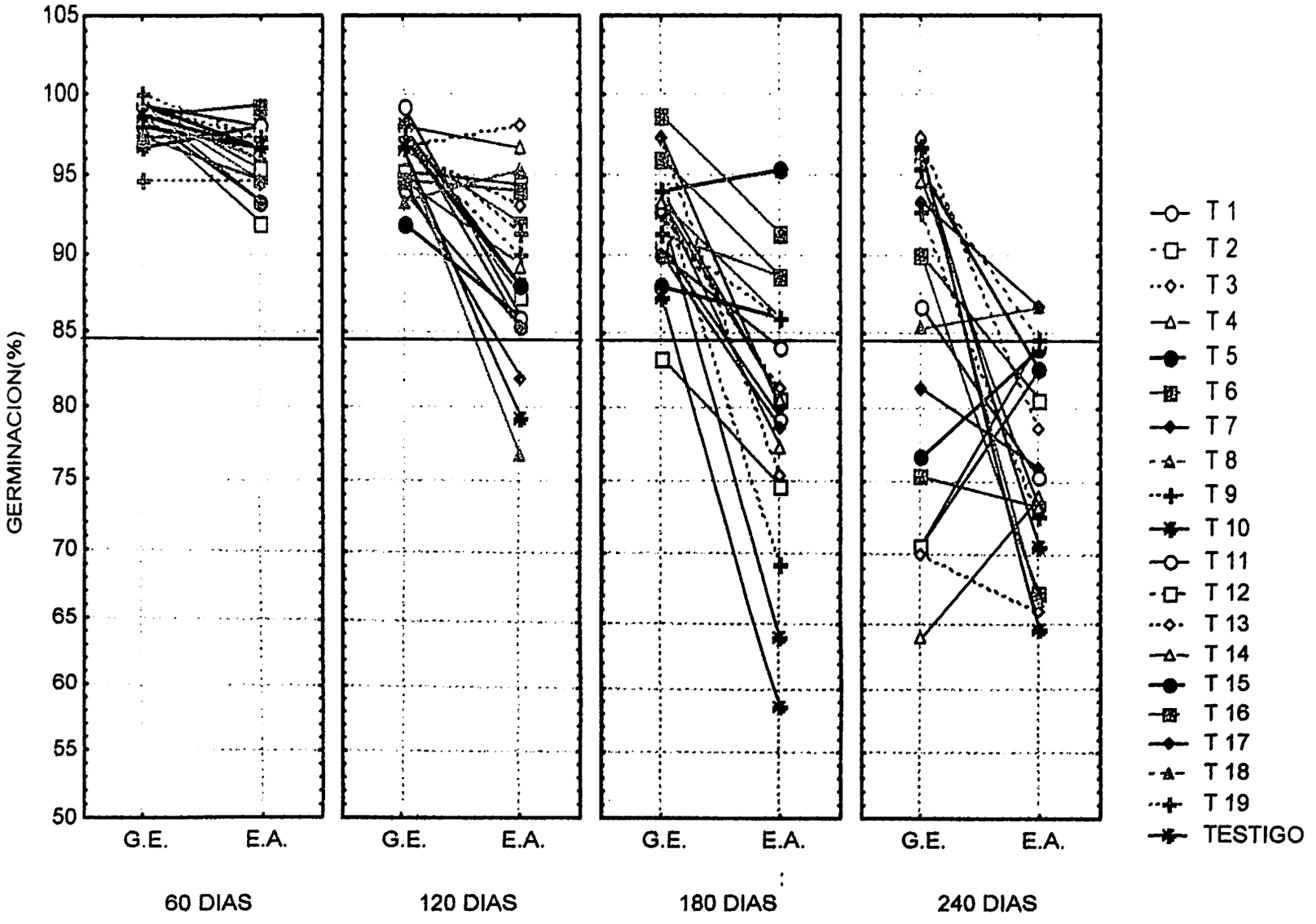

Figura 4.13. Medias del análisis de varianza para la variable de germinación de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y la prueba de envejecimiento acelerado (E.A.) para calidad de semilla tratada no infestada.

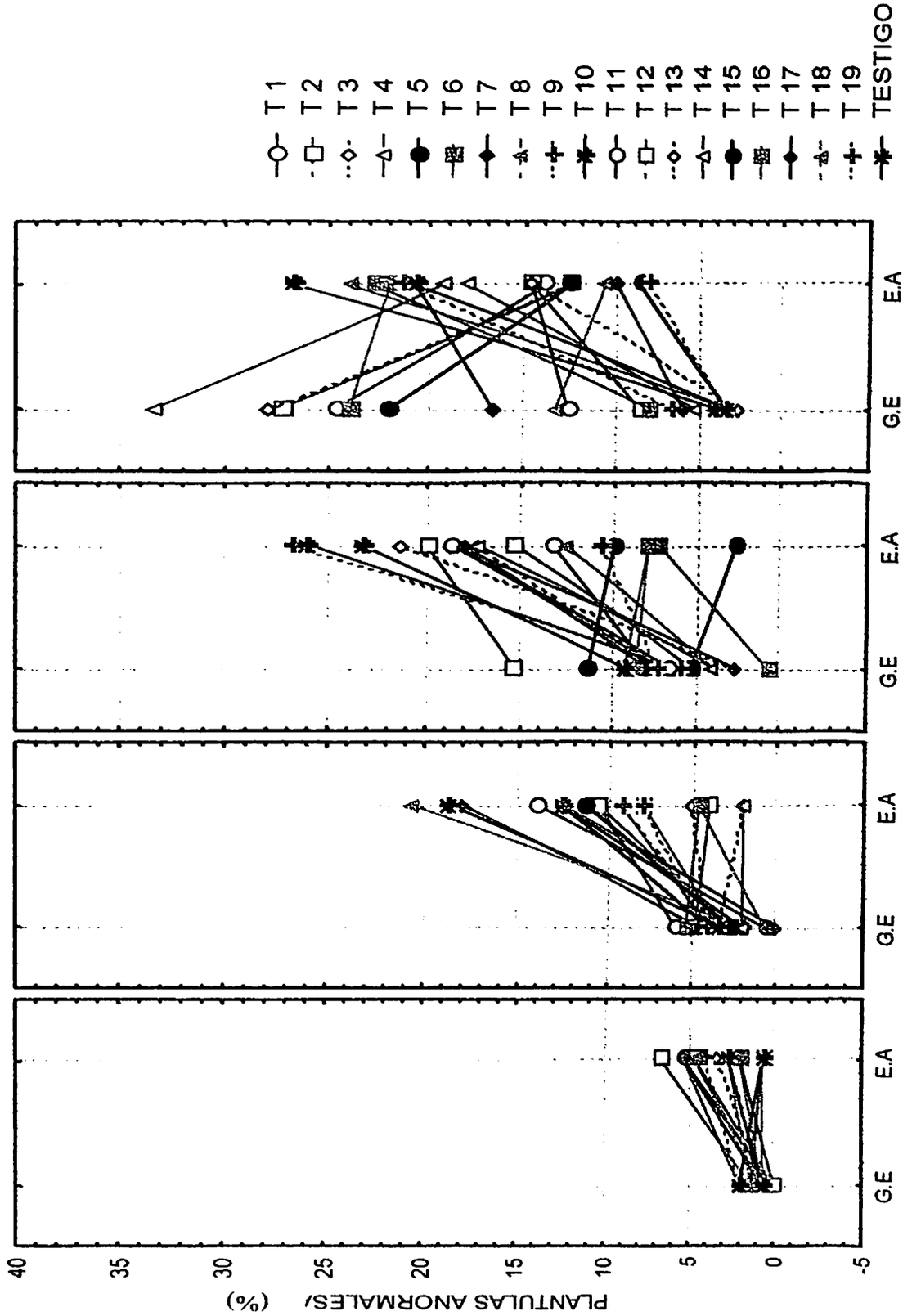

Figura 4.14. Medias del análisis de varianza para la variable de plántulas anormales de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y la prueba de envejecimiento acelerado (E.A.) para calidad de semilla tratada no infestada.

periodo. Entre los tratamientos hubo hasta siete grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 2, 5, 15 y 19, en tanto que el testigo se ubicó en el primer grupo con 16.3 por ciento. En la interacción, resaltó el aumento del por ciento de plántulas anormales en los tratamientos 9 y 10 en el tercer período; así como los tratamientos 10 y 18 en el ultimo período de almacenamiento, siendo el testigo de los tratamientos con mayor por ciento en el cuarto período, tal como se puede apreciar en la Figura 4.14.

De manera general, la tendencia de los tratamientos que contienen clorpyrifos metil solo y en combinación con captan en ambas pruebas y en los cuatro períodos el por ciento de plántulas anormales fue mayor que en aquellos que contienen deltametrina, al igual que su aumento conforme pasa el tiempo.

En la prueba de G.E. muestra que los tratamientos con clorpyrifos 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.

Longitud de Plúmula.

Al realizar las comparaciones de medias para esta variable en las pruebas de germinación estándar, mostraron que entre los periodos se formaron cuatro grupos de

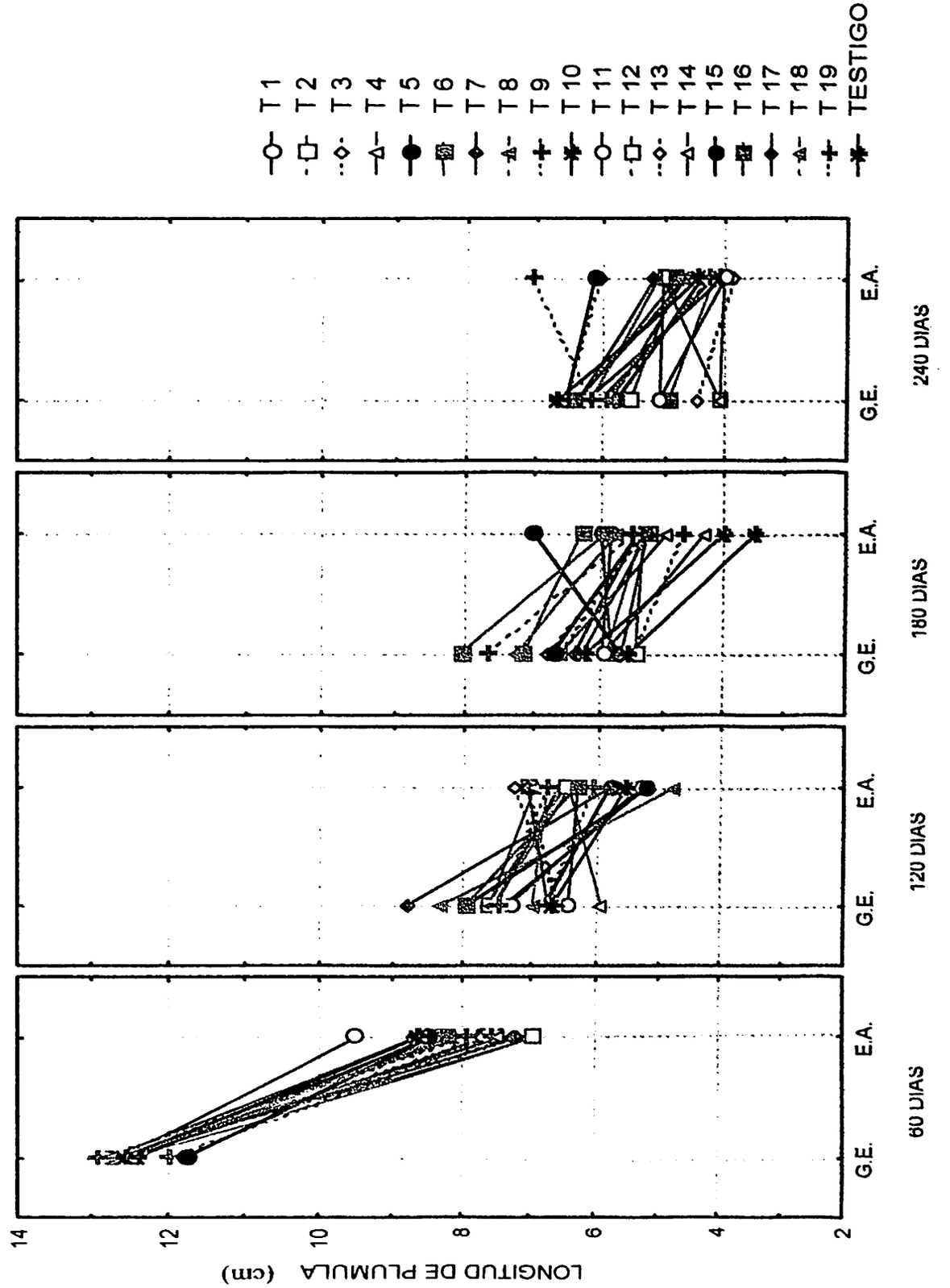

Figura 4.15. Parámetro de vigor del análisis de varianza para la variable de longitud de plúmula de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y la prueba de envejecimiento acelerado (E.A.) para calidad de semilla tratada no infestada.

significancia (Cuadro A.19), evidenciando una reducción paulatina conforme se incrementa el periodo de almacenamiento, siendo el primero el de mayor porcentaje. Entre los tratamientos hubo hasta nueve grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 8, 14, 16, 17 y 19 con valores apenas superior de 8 cm, en tanto que el testigo presento un promedio de 7.8 cm de longitud de plúmula. En la interacción resaltó el comportamiento de los tratamientos 9, 11 y 17 en el tercer período, así como los tratamientos 2, 3 y 4 en el ultimo período de almacenamiento con una fuerte reducción en su longitud, aun menores que el testigo, quién desde al segundo período de almacenamiento declinó su longitud de plúmula.

En la prueba de envejecimiento acelerado (Cuadro A.24), esta variable mostró también una disminución conforme se incrementaron los períodos de almacenamiento, formando cuatro grupos de significancia. Los tratamientos por su parte formaron hasta siete grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos, los tratamientos 5, 13, 16, 18 y 19, en tanto el testigo se ubicó en uno de los últimos grupos. En la interacción, resalto el comportamiento de los tratamientos 4, 10 y 14, quienes mostraron una reducción de la longitud de plúmula en el tercer período, así como los tratamientos 3, 4 y 11 en el último periodo, siendo menores que el testigo, quien desde el segundo período disminuyó su longitud de plúmula, tal como se puede apreciar en la Figura 4.15.

De manera general, para ambas pruebas la longitud de plúmula se ve disminuida conforme pasa el tiempo de almacenamiento; la tendencia en la prueba de G.E. los tratamientos que contienen clorpyrifos metil tienen menor crecimiento o longitud de plúmula que aquellos que contienen deltanetrina y para el caso de la prueba de E.A no hay diferencia con uno u otro producto utilizado.

De acuerdo a Tavera (1990), los maíces con endospermo suave como el utilizado son más afectados conforme pasa el tiempo de almacenamiento, sus condiciones de almacenamiento, así como la calidad inicial de la semilla.

Mientras que Cobaquil (1991), menciona que el vigor es afectado por la constitución genética, medio ambiente, nutrición de la planta madre, estado de maduración a la cosecha, tamaño, peso, integridad mecánica, deterioro y patógenos; siendo la prueba de envejecimiento acelerado la más exacta para predecir la emergencia en campo.

Longitud de Radícula.

Al comparar las medias de esta variable en la prueba de germinación estándar, mostraron que entre los períodos de almacenamiento se formaron dos grupos de significancia (Cuadro A.20), evidenciando una reducción conforme se incrementa el

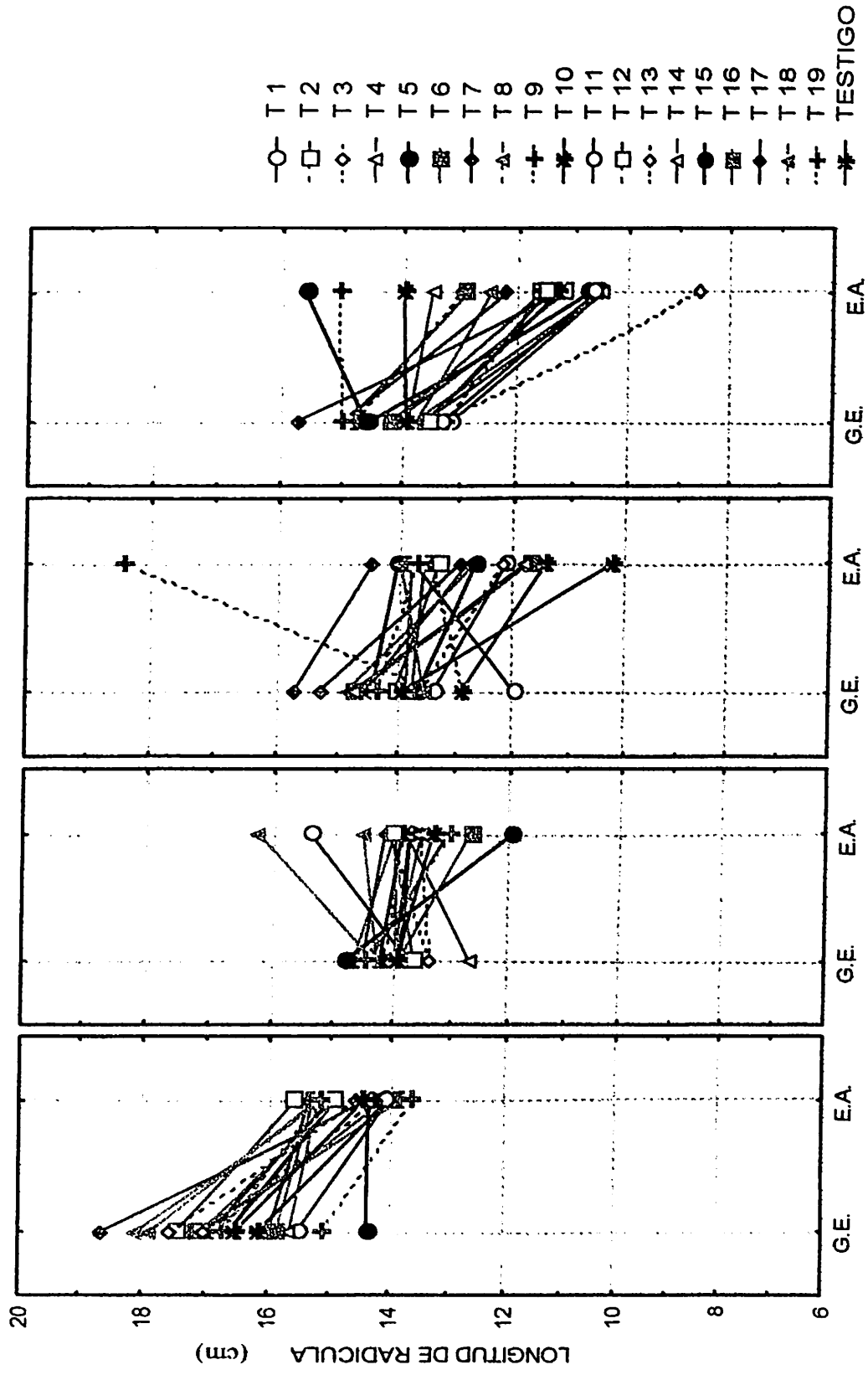

Figura 4.16. Parámetro de vigor del análisis de varianza para la variable de longitud de radícula de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y la prueba de envejecimiento acelerado (E.A.) para calidad de semilla tratada no infestada.

periodo de almacenamiento. Entre los tratamientos, hubo hasta seis grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 6, 7, 8, 17 y 19 con valores superiores a 15 cm, en tanto que el testigo se ubicó en uno de los últimos grupos de significancia con 14.5 cm de longitud de radícula. En la interacción resaltó el comportamiento de los tratamientos 1, 3 y 10 en el tercer período, así como los tratamientos 1, 9 y 11 en el último período con una reducción en la longitud, aunque el testigo fue uno de los de menor cuantía, quién desde al segundo período de almacenamiento mantuvo su longitud de radícula.

En la prueba de envejecimiento acelerado (Cuadro A.25), esta variable mostró también una disminución conforme se incrementaron los períodos de almacenamiento, formando cuatro grupos de significancia. Los tratamientos por su parte formaron hasta cinco grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos, los tratamientos 7, 9, 16, 18 y 19, en tanto el testigo se ubicó en uno de los últimos grupos con 13.01 cm. En la interacción, resalto el comportamiento de los tratamientos 6, 10 y 14 mostraron una reducción de longitud de radícula en el tercer período, así como los tratamientos 1, 3 y 4 en el último período, siendo menores que el testigo, quien desde el segundo período disminuyo su longitud de radícula tal como se puede apreciar en la Figura 4.16. De manera general para ambas pruebas la longitud de radícula se ve disminuida conforme pasa el tiempo de almacenamiento.

En general, para la prueba de G.E. por lo que corresponde a longitud de radícula se muestra que el testigo presentó una de longitud promedio de 14.57 cm, siendo similar al promedio de los tratamientos, excepto el tratamiento 9 con el menor crecimiento de 13.9 cm (Cuadro A.19) y en la prueba de E.A., el testigo presento una longitud de 13.0 cm en el promedio, siendo mayor al de los tratamientos 3, 4, 6 y 10, sin embargo, queda claro que se tiene un efecto en crecimiento debido al estrés producido por la prueba, la cual causa deterioro en la semilla decreciendo su germinación, crecimiento tanto de radícula como de plúmula y su peso seco conforme pasa el tiempo de almacenamiento (Cobaquil, 1991).

Peso seco.

Las comparaciones de medias en la prueba de germinación estándar, mostraron que entre los períodos se formaron hasta cuatro grupos de significancia (Cuadro A.21), evidenciando una reducción paulatina conforme se incrementa el período de almacenamiento. Entre los tratamientos, hubo hasta diez grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos los tratamientos 14, 15, 16, 18 y 19 con valores superiores a 45 g, en tanto que el testigo se ubicó en uno de los últimos grupos de significancia con 40.57 g de peso seco. En la interacción resaltó el comportamiento de los tratamientos 1, 4 y 10 en el tercero, así como los tratamientos 10, 17 y 19 en el

ultimo periodo con una fuerte reducción en su peso, aun menores que el testigo, quién en el tercer periodo de almacenamiento declinó su peso seco.

En la prueba de envejecimiento acelerado (Cuadro A.26), esta variable mostró también una disminución conforme se incrementaron los períodos de almacenamiento, formando tres grupos de significancia. Los tratamientos por su parte formaron ocho grupos de significancia, resaltando en el promedio de ellos, los tratamientos 11,12, 15, 18 y 19; el testigo se ubicó en uno de los últimos grupos con 29.1 g. En la interacción, resalto el comportamiento de los tratamientos 6, 8 y 10 mostraron una reducción de peso en el tercer período, así como los tratamientos 3, 5 y 11 en el ultimo período con una mayor reducción en el peso seco, superando al testigo quien desde el segundo período disminuyo su peso seco tal como se puede apreciar en la Figura 4.17

De manera general para ambas pruebas el peso seco disminuye conforme pasa el tiempo o períodos de almacenamiento. En la prueba de G.E. para el tercer período y en general los tratamientos donde se manejan las mezclas de clorpyrifos metil con captan presentaron mayor peso seco que en aquellos donde se utilizaron los insecticidas solos; este efecto es contrario para la prueba de E.A; es decir, que los tratamientos con deltametrina obtuvieron mayor peso seco comparados con los que contienen clorpyrifos metil. Cobaquil (1991) menciona que las pruebas de vigor causan deterioro en la semilla decreciendo su germinación, peso seco conforme pasa el tiempos de almacenamiento.

Sin embargo es de señalar que este parámetro en todos lo casos de las pruebas de germinación estándar y de envejecimiento acelerado no ha mostrado constancia en los resultados, por lo que se considera que estas pequeñas variaciones de peso es por el azar del germoplasma de la semilla, más que por el efecto de los insecticidas.

El vigor es afectado por la constitución genética, medio ambiente, nutrición de la planta madre, estado de maduración a la cosecha, tamaño, peso, integridad mecánica, deterioro y patógenos; siendo la prueba de envejecimiento acelerado la mas exacta para predecir la emergencia en campo (Cobaquil 1991).

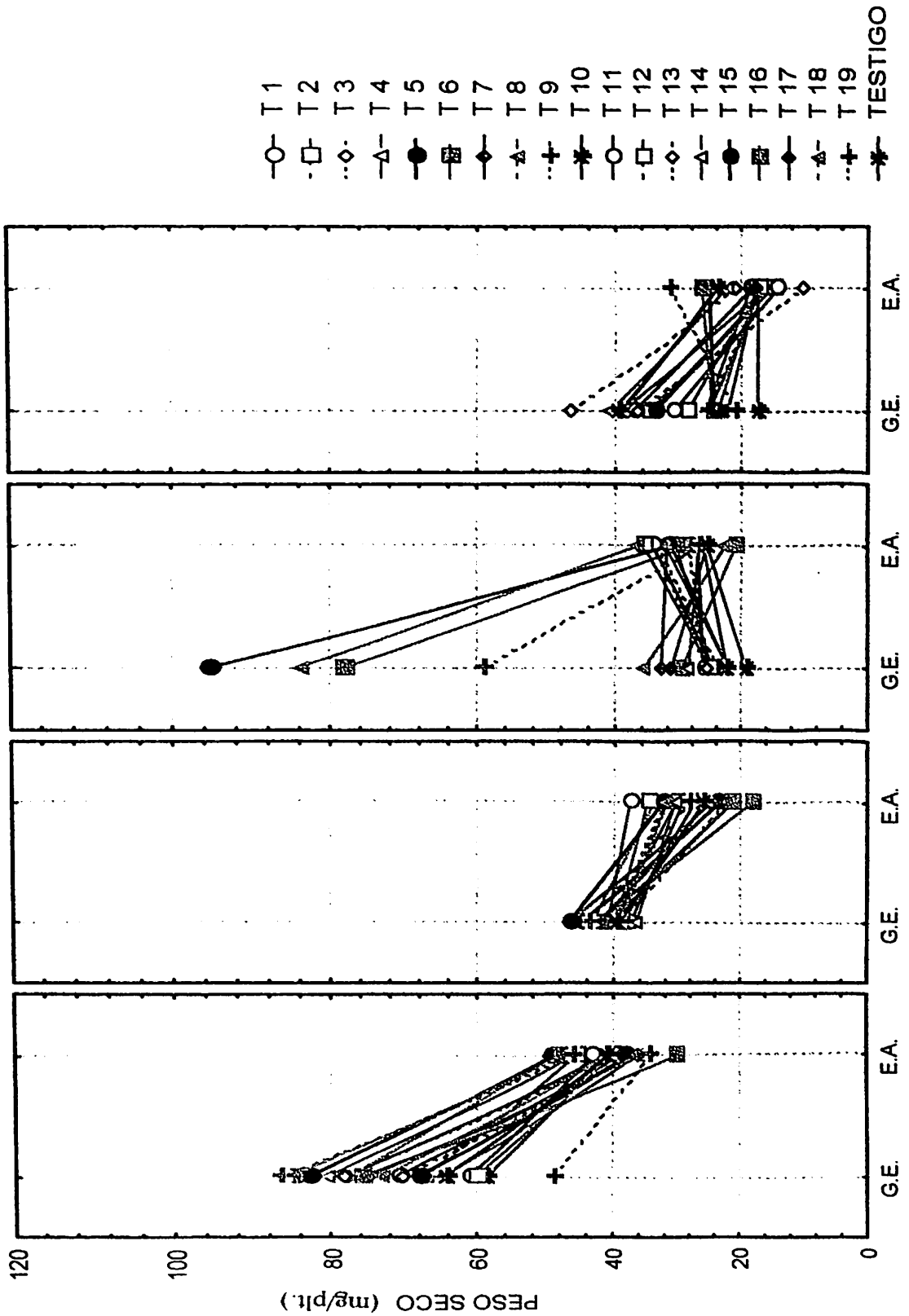

Figura 4.17. Parámetro de vigor del análisis de varianza para la variable de peso seco de las pruebas de germinación estándar (G.E.) y la prueba de envejecimiento acelerado (E.A.) para calidad de semilla tratada no infestada.

CONCLUSIONES.

Con base a los resultados obtenidos en este trabajo se concluye que:

No se encontró efecto de sinergismo o antagonismo entre las mezclas de insecticidas y funguicidas en este caso de clorpyrifos metil y deltametrina con captan en la aplicación contra *S. zeamais* .

Para el caso del clorpyrifos 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 lo protege hasta 90 días, de 6 a 8 ppm hasta 150 días y de 12 a 16 ppm hasta 210 días.

Las CL50 estimadas del clorpyrifos metil para los meses de 120 días a 210 días muestran un proceso constante de degradación del tóxico, partiendo de 2.46 ppm hasta 5.4 ppm para matar el mismo segmento de población de *S. zeamais.*

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 8ppm se incrementa hasta 150 días y a 16 ppm hasta 210 días.

Las CL50 estimadas para la deltametrina para los meses de noviembre a febrero presentan un efecto de degradación del tóxico, partiendo de 2.79 hasta 4.35 para mantener la mortalidad del 50 por ciento de la población de *S. zeamais*

De los productos utilizados, la deltametrina es la que ofrece mejor protección a la semilla de maíz en el control de *S. zeamais*.

Dosis altas de los insecticidas y sus mezclas con fungicidas proporcionan mayor protección a la semilla por más tiempo, sin causar efecto fitotóxico y residual en su germinación y vigor bajo la condiciones de almacenamiento que se utilizaron.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología en Semillas(CCDTS) de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coahuila, y en la Unidad de Investigación Granos y Semillas (UNIGRAS) ubicado en la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán de la UNAM en el Estado de México, realizándose las infestaciones, multiplicaciones y pruebas de mortandad de los insectos bajo diferentes concentraciones de clorpyrifos metil y deltametrina solo y en mezcla con captan para el control de *Sitophilus zeamais* Motchulsky y el efecto de fitotóxicicidad y residual de los insecticidas en la calidad de semilla híbrida de maíz, además de mantener los materiales almacenados en cámaras controladas.

La calidad de las semillas fueron analizadas bajo un diseño de parcelas divididas, donde la parcela mayor fueron los tiempos de almacenamiento y la parcela chica los tratamientos (productos y dosis). En los casos en que se detectaran diferencias significativas se realizaron pruebas de comparación de medias por Duncan al 0.05 por ciento de probabilidad. Los datos de germinación estándar antes y después de la prueba de envejecimiento artificial fueron transformadas por medio de arco sen $\sqrt{x/100} + 0.5$ (al 0.05). Para ello se utilizó el programa SAS (Steel y Torrie, 1986). Los datos de mortalidad de insectos se analizaron por medio de un programa computarizado de Probit

(Polo Pc), obteniéndose los datos para trazar líneas de respuesta concentración-mortalidad, además de los valores de CL50, CL90 y la ecuación de predicción.

Las concentraciones de los químicos que se aplicaron fueron para clorpyrifos metil; de 2 a 16 ppm respectivamente; y en mezcla con captan: de 1.5 a 12 ppm más 12 ppm de captan en cada concentración. En la deltametrina; de 2 a 16 ppm respectivamente más 12 ppm de captan en cada tratamiento de la mezcla; incluyendo un testigo.

De una cría del gorgojo se retiraron adultos para infestar la semilla cada 30 días colocando 20 adultos por tratamiento, efectuando un total de siete reinfestaciones mensuales desde julio de 2001 hasta febrero de 2002. Esta semilla se conservó a un 80 % de HR y a una temperatura de 26° C. Se realizaron además pruebas de calidad y efecto de fitotóxicidad las que se corrieron cada 60 días. Evaluando el por ciento de mortalidad de insectos y las pruebas fisiológicas en semilla como prueba de germinación y de envejecimiento acelerado.

Los resultados muestran que para los dos productos el por ciento de mortalidad de *S.zeamais* fue más eficiente en la concentración más alta (16 ppm) solo y en combinación con captan tubo un efecto hasta por 7 meses, en las concentraciones menores la eficiencia se mantuvo 2 a 4 meses.

Lo que demuestra que conforme pasa el tiempo la efectividad de los productos decrece necesitándose incrementar la dosis para matar la misma cantidad de insectos.

En cuanto a las pruebas de calidad como germinación estándar y envejecimiento acelerado no se encontró efecto de toxicidad del clorpyrifos metil y la deltametrina en ninguna de las dosis evaluadas, a través de los siete meses de almacenamiento. De los productos utilizados, la deltametrina es la que ofrece mejor protección a la semilla en el control de *S. zeamais*.

LITERATURA CITADA

Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectivenses of an insecticide. J. Eco. Entomol. 18: 265-267.

AOSA. 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32 to the handbook on seed testing. U.S.A.

Arellano. L; J Sánchez y M Padilla. 2000. Efectos de la imbibición de la semilla sobre la calidad fisiológica en semilla de maíz y sorgo. Memorias del XVIII Congreso Nacional SOMEFI. Irapuato, Gto., Mex. Pp 199

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.

Baur F. J. 1991. Ecology and managetment of food-industry pests. Edited by J. Richard Gerham. F.D.A. technical bulletin 4. association of official analytical chemists. Virginia. Pp.427-440.

Carrillo, R.H. 1984. Análisis de acción conjunta de insecticidas en larvas del gusano cogollero del maíz (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados en ciencias agrícolas. CHAPINGO. México, D.F.

Cobaquil, A. 1991. Evaluación de modalidades para estimar vigor en semilla de maíz (*Zea mais* L.) mediante envejecimiento acelerado. Tesis de maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., Mex.

Cremlyn, 1985. Plagicidas modernos y su acción bioquímica. Ed Limusa. México. Pp 356

Daglish G.J; M Eelkema and L.M. Harrison 1995. Chlorpyrifos-methyl plus either methroprene or synergized phenothrin for control of coleoptera in maize in queensland, Australia. J. Stored Prod. Res. 31 (3): 235-241.

FAO. 1979. Recomended methods for the detection and measurement of resistanse of agricultural pests to pesticides. FAO plant protection bulletin.

FAO. 1985. Colección FAO; Producción y protección vegetal, procesamiento de semilla de cereales y leguminosas de grano. Directrices técnicas, ONU para la agricultura y la alimentación. Roma.

Flores V. R. 1999. Determinación de los niveles de susceptibilidad del picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano (Cleoptera: Curculionidae) a 9 insecticidas de 4 grupos tóxicologicos de poblaciones de San Luis de la paz, Romita, Gto; Sapioriz, Dgo.; Ramos Arizpe, Coah. y los Mochis, Sin. Tesis UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., Mex. Pp.29-67.

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.

ISTA. 1987. Handbook of vigour test methods. 2 nd Edition d. f. fiala Switzerland.

Jeffs K.A. 1986. Seed Treatment. 2nd Edition. BCPC Publications. 20 BRIDPORT ROAD, THORNTON HEATH, SURREY CR4 7QG. Pp. 53,68-71, 113-183.

Lahue. D.W. 1976. Grain protections for seed corn. J Econom. 69(5): 652-654.

Lagunes, A. 1991. Notas del curso de toxicología y manejo de insecticidas. Centro de Entomología y acarología. Colegio de Postgraduados. Montecillo-Chapingo, Mex. Pp 195.

Lagunes A. y J.A Villanueva 1995. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. CHAPINGO, México, D.F.

MacMillan C. 1895. Principles of seed science and thecnology. Second Ed. Macmillan Publishing Company.New Yor. Pp. 321

Mensah G. W. K. and N. D. G. White. 1984. Laboratory evaluation of Malathion-Treated sawdust for control of Stored-Product insects in empty granaries and food warehouses Agriculture Canada Research station. J. Econ. Entomol. 77: 202-206

Moreno E. M. 1996. Análisis físicos y fisiológicos de semillas agrícolas. Tercera edición. UNAM. Ciudad Universitaria, México, D.F. Pp 393

Pérez M. J. 1988. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones del picudo de maíz *Sitophilus zeamais* Motschlsky (Coleoptera: Curculionidae) de varias localidades de México. Tesis de maestría. C.P. CHAPINGO, México. Pp 142

Quilan J.K. 1979. Effectiveness of chorpyryfos-methyl and malation as protectants for high moisture store wheat. J. Econ. Entomol. 72: 90-93

Ramírez. G.M. 1984. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. CECSA. México. pp.201-280

Robledo. E. 1992. Factores de pérdida en granos almacenados. Proyecto CIAT-FAO gcpp/bol/020/net. Santa Cruz, Bolivia.

Roberts E. H. 1972. Viability of Seeds. Edited by H. Roberts. Department of Agriculture. Syracuse University Press. Pp.448

Salas J. 1984. Protección de semillas de maíz (Zea mays) contra el ataque de *Sitophilus oryzae* a través del uso de aceite vegetales. *A*gronomía Tropical. 35(4-6): 13-18 Venezuela.

Sánchez. A. y E. A. Burbano. 1991. Importancia y aplicaciones del vigor de la semilla. Curso para analistas. Chiclayo, Perú.

Silva M. H.L. 1995. Susceptibilidad de maíz *Sitophilus zeamais* Mtschlsky (Coleoptera: Curculionidae) desarrollados en dos sustratos alimenticios a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos en combinación con un sinergista. Tesis UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., Mex.

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.

APENDICE

Paginas web consultadas

a)FAO 2002 Estudio de evaluación de pérdidas de granos básicos postcosecha. Documento de campo 1. Publicación realizada con el aporte del Proyecto PFL/CHI/001 Estudio de evaluación de pérdidas de granos básicos postcosecha. Estación Experimental La Platina Diciembre 1983.
correo electrónico:*copyright@fao.org*

b)FAO. 2002. Distribución e importancia de los insectos que dañan granos y productos almacenados en Chile *Sitophilus zeamais* gorgojo del maíz.
www.fao.org/inpho/vlibrary/x0030s/x0030s00.htm

Gutiérrez L. y M. Guemes Febrero 2000. Manejo de postcosecha de maíz en el estado de Morelos, CIRCE-CentroSARH-INIFAP.
http://serpiente.dgsca.unam.mx/pual/notitac3/manejo.html

Matute. D. y R. Trabanino 1999. Manejo integrado de plagas invertebradas en honduras. Sección 1. Reconocimiento y Manejo de las Principales Plagas. Zamorano Academic Press, Honduras. correo electrónico: *dmatutu@Zamorano.edu.hn*

Monsanto. Julio 2002. Los beneficios de la biotecnología; por qué es importante la biotecnología. Monsanto Agricultura España S.L **www.monsanto.es**

Queirós F. 2002. Contaminación por agrotóxicos. Agrotóxicos hasta en la sopa .impactos de la revolución verde, agriculturaconvencional.
www.chasque.acp.org(montevideo,uruguay).

SAGAR. 2001. Producción 1990-Present. Oct. 1995.Analyst/Contact: Vercom System Inc. E-Mail Address: *Jose@vercom.tamu.edu*

Cuadro A 1 - Valores de las concentraciones letales, limites fiduciales de clorpyrifos metil solo y en mezcla con captan a través de tiempo sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky a 24 h de infestación.

Dosis (ppm)	CL 50 (ppm)	Limites de confianza Inferior	Superior	CL 90 (ppm)
CLORPYRIFOS				
NOV.	2.46	(2.06 -	2.82)	6.89
DIC.	3.22	(2.86 -	3.58)	7.44
ENE.	6.08	(5.53 -	6.68)	12.75
FEB.	4.61	(4.10 -	5.23)	11.84
CLORPYRIFOS + CAPTAN				
NOV.	2.51	(2.22 -	2.8)	6.03
DIC.	3.44	(3.08 -	3.82)	8.43
ENE.	45.87	(13.58 -	2323905.04)	1179.56
FEB.	5.46	(4.82 -	6.24)	16.84

Cuadro A.2.- Valores de las concentraciones letales, limites fiduciales de deltametrina solo y en mezcla con captan a través de tiempo sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky a 24 h de infestación

Dosis (ppm)	CL 50 (ppm)	Limite de confianza Inferior	Superior	CL 90 (ppm)
DELTAMETINA				
NOV.	2.79	(2.4 -	3.16)	7.4
DIC.	3.36	(3 -	3.7)	7.56
ENE.	4.29	(3.87 -	4.73)	9.65
FEB.	4.35	(3.85 -	4.95)	11.95
DELTAMETINA + CAPTAN				
NOV.	1.65	(1.1 -	2.14)	8.17
DIC.	2.11	(1.64 -	2.53)	7.45
ENE.	3.63	(3.05 -	4.22)	14.12
FEB.	3.38	(2.71 -	4.06)	16.74

Cuadro A.3.- Resultados de los bioensayos con clorpyrifos metil a las 24 h. de la, reinfestación con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky

FECHA DE MUESTREO	DOSIS	VIVOS	MUERTOS	prom	% MORT.	correcion
Agost.15	T	60	0	0	0	
	2pmm	60	60	60	100	
	4pmm	60	60	60	100	
	8pmm	60	60	60	100	
	16pmm	60	60	60	100	
Sep. 19	T	60	0	0	0	
	2pmm	60	60	60	100	
	4pmm	60	60	60	100	
	8pmm	60	60	60	100	
	16pmm	60	60	60	100	
Oct. 16	T	60	0	0	0	
	2pmm	60	31	10.3333333	51.6666667	
	4pmm	60	60	20	100	
	8pmm	60	59	19.6666667	98.3333333	
	16pmm	60	60	20	100	
Nov. 9	T	60	0	0	0	
	2pmm	60	16	5.33333333	43.3333333	
	4pmm	60	16	5.33333333	65	
	8pmm	60	19	6.33333333	98.3333333	
	16pmm	60	60	20	98.3333333	
Dic. 11	T	60	0	0	0	
	2pmm	60	4	1.33333333	6.6666667	
	4pmm	60	11	3.66666667	55	
	8pmm	60	18	6	95	
	16pmm	60	60	20	100	
Ene. 8	T	60	0	0	1.66666667	1.67
	2pmm	60	0	0	0	0
	4pmm	60	2	0.66666667	3.33333333	1.72
	8pmm	60	10	3.33333333	68.3333333	67.8
	16pmm	60	60	20	95	94.91
Feb. 12	T	60	0	0	0	
	2pmm	60	5	1.66666667	18.3333333	
	4pmm	60	9	3	30	
	8pmm	60	17	5.66666667	83.3333333	
	16pmm	60	60	20	100	

Cuadro A 4 - Resultados de los bioensayos con clorpirifos metil y captan a las 24 h de la reinfestación con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky

FECHA DE MUESTREO	DOSIS	VIVOS	MUERTOS	prom	% MORT.	correcion
Agost.15	T	60	0	0	0	
	1.5pmm+C	60	60	60	100	
	3pmm+C	60	60	60	100	
	6pmm+C	60	60	60	100	
	12ppm+C	60	60	60	100	
Sep. 19	T	60	0	0	0	
	1.5pmm+C	60	60	60	100	
	3pmm+C	60	60	60	100	
	6pmm+C	60	60	60	100	
	12ppm+C	60	59	19.666666	98.333333	
Oct. 16	T	60	0	0	0	0
	1.5pmm+C	60	23	7.6666666	38.333333	37.28
	3pmm+C	60	44	14.666666	73.333333	72.87
	6pmm+C	60	60	60	100	
	12ppm+C	60	60	60	100	
Nov. 9	T	60	0	0	0	0
	1.5pmm+C	60	15	5	25	25
	3pmm+C	60	33	7.3333333	36.666666	55
	6pmm+C	60	55	18.333333	91.666666	91.66
	12ppm+C	60	60	60	100	100
Dic. 11	T	60	0	0	0	0
	1.5pmm+C	60	10	3.3333333	16.666666	16.66
	3pmm+C	60	19	6.3333333	31.666666	31.6
	6pmm+C	60	48	16	80	80
	12ppm+C	60	59	19.666666	98.333333	98.333
Ene. 8	T	60	0	0	0	1.67
	1.5pmm+C	60	9	3	15	13.59
	3pmm+C	60	3	1	5	3.42
	6pmm+C	60	17	5.6666666	28.333333	47.14
	12ppm+C	60	60	20	100	100
Feb. 12	T	60	0	0	0	
	1.5pmm+C	60	7	2.3333333	11.666666	
	3pmm+C	60	18	6	30	
	6pmm+C	60	17	5.6666666	28.333333	
	12ppm+C	60	59	19.666666	98.333333	

C= Captan a 12 ppm en todos los tratamientos.

Cuadro A.5 - Resultados de los bioensayos con deltametrina a las 24 h de la reinfestación con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky

FECHA DE MUESTREO	DOSIS	VIVOS	MUERTOS	prom	% MORT.	correcion
Agost.15	T	60	0	0	0	
	2ppm	60	60	60	100	
	4ppm	60	60	60	100	
	8pmm	60	60	60	100	
	16pmm	60	60	60	100	
Sep. 19	T	60	0	0	0	0
	2ppm	60	56	18.666666	93.3333333	93.21
	4ppm	60	60	20	100	
	8pmm	60	57	19	95	94.91
	16pmm	60	60	20	100	
Oct. 16	T	60	0	0	0	0
	2ppm	60	49	16.333333	81.6666667	80.34
	4ppm	60	45	15	75	83.92
	8pmm	60	60	20	100	
	16pmm	60	60	20	100	
Nov. 9	T	60	0	0	0	0
	2ppm	60	33	11	55	37.2
	4ppm	60	43	14.333333	71.6666667	60.46
	8pmm	60	58	19.333333	96.6666667	95.33
	16pmm	60	60	20	100	
Dic. 11	T	60	0	0	0	0
	2ppm	60	32	10.666666	53.3333333	20
	4ppm	60	47	15.666666	78.3333333	62.84
	8pmm	60	57	19	95	91.42
	16pmm	60	60	20	100	
Ene. 8	T	60	0	0	0	
	2ppm	60	10	3.3333333	16.6666667	
	4ppm	60	19	6.3333333	31.6666667	
	8pmm	60	54	18	90	
	16pmm	60	59	20	98.3333333	
Feb. 12	T	60	0	0	0	
	2ppm	60	12	4	20	
	4ppm	60	22	7.3333333	36.6666667	
	8pmm	60	49	16.333333	81.6666667	
	16pmm	60	60	20	100	

Cuadro A 6 - Resultados de los bioensayos con deltametrina y captan a las 24 h de la reinfestación con adultos de *Sitophilus zeamais* Motchulsky

FECHA DE MUESTREO	DOSIS	VIVOS	MUERTOS	prom	% MORT.	correcion
Agost. 15	T	60	0	0	0	
	2ppm+C	60	60	60	100	
	4ppm+C	60	60	60	100	
	8ppm+C	60	60	60	100	
	16pmm+C	60	60	60	100	
Sep. 19	T	60	0	0	0	
	2ppm+C	60	56	18.666666	93.3333333	
	4ppm+C	60	54	18	90	
	8ppm+C	60	60	20	100	
	16pmm+C	60	60	20	100	
Oct. 16	T	60	0	0	0	0
	2ppm+C	60	38	12.666666	63.3333333	31.23
	4ppm+C	60	56	18.666666	93.3333333	87.49
	8ppm+C	60	60	20	100	
	16pmm+C	60	60	20	100	
Nov. 9	T	60	0	0	0	
	2ppm+C	60	38	12.666666	63.3333333	
	4ppm+C	60	39	13	65	
	8ppm+C	60	55	18.333333	91.6666667	
	16pmm+C	60	59	19.666666	98.3333333	
Dic. 11	T	60	0	0	0	
	2ppm+C	60	30	10	50	
	4ppm+C	60	42	14	70	
	8ppm+C	60	56	18.666666	93.3333333	
	16pmm+C	60	59	19.666666	98.3333333	
Ene. 8	T	60	0	0	0	1.67
	2ppm+C	60	20	6.6666666	33.3333333	32.23
	4ppm+C	60	27	9	45	44.08
	8ppm+C	60	51	17	85	84.75
	16pmm+C	60	54	18	90	89.83
Feb. 12	T	60	0	0	0	
	2ppm+C	60	17	5.6666666	28.3333333	
	4ppm+C	60	40	13.333333	66.6666667	
	8ppm+C	60	42	14	70	
	16pmm+C	60	60	20	100	

C= Captan a 12 ppm en todos los tratamientos

BANCO DE TESIS 13754

Cuadro A.7 Medias del análisis de varianza para la variable de germinación de la prueba de germinación estándar para semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat	1	2	3	4	5	6	7	x
1(CM-2)	98.666 A	91.333 A	96.666 A	97.333 A	80.000AB	58.000 B	54.666DE	82.381C
2(CM-4)	97.333 A	99.200 A	97.333 A	94.000 A	84.000AB	91.200 A	82.000AB	92.000A
3(CM-8)	95.333 A	96.571 A	99.333 A	95.333 A	84.666AB	85.142 A	78.666ABC	90.727A
4(CM-16)	99.333 A	97.333 A	94.000 A	99.333 A	86.000AB	85.333 A	77.333ABC	91.238A
5(CM 1.5+C)	97.333 A	98.666 A	94.000 A	94.000 A	62.666DE	40.000 C	43.333 E	75.714D
6(CM 3+C)	96.666 A	98.666 A	95.333 A	96.000 A	86.666AB	89.333 A	80.000ABC	91.810A
7(CM 6+C)	96.666 A	98.000 A	96.666 A	98.000 A	88.000AB	89.333 A	74.666ABC	91.619A
8(CM 12+C)	98.000 A	96.000 A	96.666 A	94.666 A	92.000 A	93.333 A	82.000AB	93.238A
9(D 2)	98.666 A	98.000 A	97.333 A	97.333 A	76.000BC	88.666 A	87.333AB	91.905A
10(D 4)	98.000 A	96.666 A	95.333 A	98.000 A	82.666AB	91.333 A	78.666ABC	91.524A
11(D 8)	94.000 A	99.333 A	94.666 A	93.333 A	84.666AB	89.333 A	81.333AB	90.952A
12(D 16)	97.333 A	97.333 A	90.000 A	96.000 A	94.000AB	81.333 A	72.666BC	89.810AB
13(D 2+C)	97.333 A	96.666 A	94.000 A	97.333 A	90.666AB	94.000 A	76.666ABC	92.381A
14(D 4+C)	96.666 A	98.666 A	94.666 A	93.333 A	92.666 A	88.000 A	88.666 A	93.238A
15(D 8+ C)	96.666 A	96.000 A	98.000 A	93.333 A	86.000AB	95.333 A	82.666AB	92.571A
16(D 16+C)	99.333 A	100.00 A	94.000 A	96.000 A	76.000BC	88.000 A	77.333ABC	90.095AB
17T(CM+C)	93.333 A	97.333 A	94.000 A	91.333 A	90.000AB	92.000 A	80.666AB	91.238A
18T(D)	94.666 A	97.333 A	92.666 A	94.666 A	93.333 A	86.666 A	66.000CD	89.333AB
19T(D + C)	96.000 A	98.000 A	92.666 A	66.666 B	64.666CD	94.666 A	85.333AB	85.429BC
20T	90.000 A	70.000 B	46.000 B	50.000 C	51.333 E	4.666 D	6.666 F	45.524E
x	96.567 A	96.033 A	92.667 B	91.800 B	82.300 C	81.233 C	72.833 D	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.8 Medias del análisis de varianza para la variable de plántulas anormales de la prueba de germinación estándar para semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	5	6	7	x
1(CM-2)	0.666 H	8.000 B	2.000 G	2.666 H	17.333 D	28.666 C	30.666 A	12.857C
2(CM-4)	2.666 E	0.000 H	2.000 G	2.666 H	15.333 E	5.600 L	16.000 I	6.500DEF
3(CM-8)	4.000 C	2.857 C	2.000 G	4.000 F	14.666 F	12.571 E	20.000 D	8.545DE
4(CM-16)	0.666 H	2.000 E	5.333 D	0.666 K	12.666 G	10.666 G	18.666 F	7.238DEF
5(CM 1.5+C)	1.333 G	0.666 G	6.000 C	4.666 E	32.000 A	43.333 A	30.666 A	16.952B
6(CM 3+C)	2.666 E	1.333 F	5.333 D	3.333 G	10.666 I	8.000 J	17.333 G	6.952DEF
7(CM 6+C)	2.000 F	2'000 E	2.666 F	2.000 I	11.333 H	8.000 J	21.333 C	7.048DEF
8(CM 12+C)	2.000 A	2.000 E	2.000 G	3.333 G	7.333 J	4.666 N	15.333 J	5.238EF
9(D 2)	1.333 G	2.000 E	2.000 G	2.000 I	23.333 C	8.666 I	8.666 O	6.857DEF
10(D 4)	2.000 F	2.666 D	4.666 E	1.333 I	17.333 D	8.000 J	19.333 E	7.905DE
11(D 8)	5.333 B	1.333 F	5.333 D	6.666 C	14.666 F	8.666 I	12.666 K	7.810DE
12(D 16)	2.000 F	1.333 F	7.333 B	4.000 F	4.666 M	12.000 F	16.666 H	6.857DEF
13(D 2+C)	2.000 F	1.333 F	4.666 E	2.666 H	6.000 L	5.333 M	18.666 F	5.810DEF
14(D 4+C)	2.666 E	1.333 F	4.666 E	6.000 D	6.666 K	7.333 K	10.666 L	5.619EF
15(D 8+ C)	2.000 F	1.333 F	2.000 G	7.333 B	1.333 O	1.333 P	12.666 K	4.000F
16(D 16+C)	0.666 H	0.000 H	5.333 D	3.333 G	6.000 L	2.000 O	10.000 M	3.905F
17T(CM+C)	3.333 D	2.666 D	5.333 D	6.666 C	7.333 J	9.333 H	16.000 I	7.238DEF
18T(D)	2.666 E	2.000 E	4.666 E	4.666 E	7.333 J	13.333 D	29.333 B	9.143D
19T(D + C)	3.333 D	0.666 G	7.333 A	0.666 K	2.666 N	5.333 M	9.333 N	4.190F
20T	3.333 D	25.333 A	30.000 B	32.666 A	30.666 B	33.333 B	29.333 B	26.381A
x	2.333 D	3.066 D	5.533 C	5.066 C	12.466 B	11.866 B	18.166 A	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.9 Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de plúmula de la prueba de germinación estándar para semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	5	6	7	x
1(CM-2)	6.793CD	7.420 C	7.593 A	6.566 B	5.113ABC	4.153 D	3.666CD	5.901F
2(CM-4)	7.713ABCD	8.744ABC	6.566 A	6.873 B	5.400ABC	7.008ABC	5.506AB	6.778CDE
3(CM-8)	7.126BCD	8.074ABC	6.793 A	6.593 B	5.340ABC	6.188BC	4.520ABC	6.410E
4(CM-16)	7.540ABCD	8.173ABC	6.726 A	8.060AB	6.613 A	6.186BC	4.533ABC	6.833BCDE
5(CM 1.5+C)	7.586ABCD	8.720ABC	7.260 A	7.220AB	4.093CD	2.906 D	2.773 D	5.794F
6(CM 3+C)	7.753ABCD	8.640ABC	6.753 A	6.746 B	5.826AB	7.226ABC	5.880 A	6.975ABCDE
7(CM 6+C)	9.006 A	8.080ABC	7.540 A	6.653 B	6.340 A	6.586BC	4.653ABC	6.980ABCDE
8(CM 12+C)	8.820 A	8.526ABC	7.153 A	6.840 B	6.400 A	7.553ABC	4.793ABC	7.155ABCD
9(D 2)	8.600AB	8.613ABC	6.540 A	6.906 B	4.873ABC	6.166BC	5.473AB	6.739CDE
10(D 4)	6.766CD	7.940BC	6.666 A	7.233AB	6.353 A	6.860ABC	4.793ABC	6.659DE
11(D 8)	6.260 D	9.623 A	7.593 A	7.566AB	5.786AB	6.293BC	5.493AB	6.945ABCDE
12(D 16)	7.146BCD	9.003ABC	6.860 A	7.626AB	6.166 A	6.000 C	4.700ABC	6.786BCDE
13(D 2+C)	7.760ABCD	8.506ABC	7.106 A	7.420AB	5.653AB	7.553ABC	5.326AB	7.046ABCD
14(D 4+C)	8.213ABC	8.946ABC	7.173 A	7.413AB	5.846AB	7.426ABC	5.753 A	7.253ABCD
15(D 8+ C)	8.873 A	8.560ABC	7.640 A	6.733 B	6.380 A	8.233 A	5.240AB	7.380AB
16(D 16+C)	9.073 A	9.546AB	6.720 A	7.860AB	5.413ABC	7.480ABC	5.980 A	7.439A
17T(CM+C)	7.666ABCD	8.106ABC	7.186 A	7.113 AB	5.660AB	7.573ABC	4.493ABC	6.828BCDE
18T(D)	8.520AB	8.020ABC	6.813 A	7.026AB	6.200 A	6.633BC	3.993BCD	6.743CDE
19T(D + C)	8.760 A	8.920ABC	7.326 A	8.540 A	4.466BCD	7.666AB	5.400AB	7.297ABC
20T	7.153BCD	5.626 D	2.960 B	3.540 C	3.073 D	0.2933 E	0.400 E	3.292G
x	7.856 B	8.384 A	6.848 C	7.026 C	5.550 E	6.292 D	4.668 F	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.10 Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de radícula de la prueba de germinación estándar para semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	5	6	7	x
1(CM-2)	13.036AB	14.376 B	15.766 A	13.990ABC	12.233ABCD	10.283EF	12.916ABC	13.229BCD
2(CM-4)	12.530AB	15.180AB	15.783 A	14.356ABC	12.333ABCD	13.200ABCD	12.783BC	13.715ABCD
3(CM-8)	12.190 B	13.217 B	15.666 A	14.073ABC	12.033ABCD	12.571BCDE	12.683BC	13.190CD
4(CM-16)	13.020AB	14.443 B	15.283 A	12.810 C	11.600BCD	12.300BCDE	12.733BC	13.170CD
5(CM 1.5+C)	13.343AB	14.823 B	15.650 A	14.263ABC	11.023 D	9.850 F	11.480 C	12.919D
6(CM 3+C)	12.590AB	15.050AB	15.680 A	14.300ABC	12.683ABCD	12.133BCDE	14.466AB	13.843ABC
7(CM 6+C)	13.513AB	13.616 B	15.566 A	15.416AB	13.883AB	14.266ABC	14.883AB	14.449A
8(CM 12+C)	13.760AB	14.413 B	15.126 A	15.100ABC	12.816ABCD	13.000ABCD	14.183AB	14.057ABC
9(D 2)	14.843 A	13.873 B	15.916 A	14.550ABC	12.483ABCD	11.883CDEF	14.120AB	13.952ABC
10(D 4)	11.986 B	13.820 B	14.533 A	14.150ABC	12.216ABCD	11.816DEF	13.616ABC	13.162CD
11(D 8)	12.653AB	17.233 A	14.916 A	13.066BC	12.816ABCD	12.800BCD	14.430AB	13.988ABC
12(D 16)	13.306AB	13.436 B	14.016 A	13.183BC	11.916ABCD	12.933ABCD	13.933AB	13.246BDC
13(D 2+C)	13.203AB	14.973AB	15.550 A	13.250BC	12.160ABCD	12.833BCD	14.323AB	13.756ABCD
14(D 4+C)	12.320 B	15.296AB	15.333 A	13.143BC	14.113 A	13.516ABCD	14.000AB	13.960ABC
15(D 8+ C)	13.220AB	13.753 B	15.563 A	13.200BC	13.650ABC	15.236 A	14.190AB	14.116AB
16(D 16+C)	14.003AB	15.170AB	15.226 A	14.700ABC	11.416CD	13.553ABCD	15.300 A	14.195A
17T(CM+C)	14.116AB	13.270 B	15.403 A	13.946ABC	12.503ABCD	12.016CDEF	14.776AB	13.719ABCD
18T(D)	13.186AB	13.946 B	15.430 A	13.793ABC	12.973ABCD	12.643BCD	13.923AB	13.699ABCD
19T(D + C)	13.246AB	15.696AB	16.403 A	15.760 A	11.263CD	14.476AB	14.446AB	14.470A
20T	13.406AB	13.606 B	10.626 B	10.686 D	11.300CD	1.983 G	3.883 D	9.356E
x	13.173 D	14.443 B	15.172 A	13.887 C	12.371 E	12.159 E	13.353 D	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.11 Medias del análisis de varianza para la variable de peso seco de la prueba degerminación estándar para semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	5	6	7	x
1(CM-2)	31.805 G	42.051 C	33.128FG	23.971EFG	10.708HI	52.720 B	26.418 F	31.54B
2(CM-4)	32.966FG	37.066 G	35.083EF	25.530DE	11.171 H	28.198IJ	20.216 H	26.90B
3(CM-8)	32.808FG	71.527 A	40.715CD	23.786EFG	8.723 J	26.125JK	2 5.163 F	33.43B
4(CM-16)	26.861 H	33.498 H	26.608JK	22.805 G	10.066HI	27.078IJK	24.811FG	24.53
5(CM 1.5+C)	32.858FG	40.991CD	355.390A	27.931BC	26.125 C	25.740 K	53.055 A	80.30A
6(CM 3+C)	36.481BC	39.861DE	40.716CD	27.150CD	6.043 J	35.415 H	36.745 B	31.77B
7(CM 6+C)	35.263BCDE	42.163 C	31.956CH	29.876 B	18.258 E	42.696 E	37.215 B	33.92B
8(CM 12+C)	37.408 B	45.250 B	35.938 E	27.450CD	18.846DE	42.781 E	38.436 B	35.16B
9(D 2)	33.805DEFG	37.388FG	29.801HI	26.678CD	20.836 D	27.146IJK	22.963 G	28.37B
10(D 4)	10.613 J	38.598EFG	23.808 L	25.165DEF	17.025EFG	28.648 I	26.388 F	24.32B
11(D 8)	27.540 H	45.221 B	25.381KL	22.136 G	15.240 G	25.260 K	26.378 F	26.74B
12(D 16)	23.431 I	45.215 B	30.333HI	22.101 G	19.205DE	26.341JK	26.978 F	27.66B
13(D 2+C)	33.463EFG	69.750 A	36.355 E	23.173FG	18.446 E	35.286 H	29.721 E	15.24B
14(D 4+C)	35.931BCD	39.361DEF	40.790CD	19.048 H	18.086 E	37.796 G	34.456 C	32.21B
15(D 8+ C)	37.278 B	42.343 C	38.830 D	27.061CD	24.998 C	46.885 D	33.503CD	35.84B
16(D 16+C)	35.528BCDE	46.385 B	31.416GH	26.433CD	17.488EF	50.195 C	34.181 C	34.52B
17T(CM+C)	34.341CDEF	45.221 B	35.930 E	24.216EFG	15.645FG	40.031 F	31.590DE	32.43B
18T(D)	36.573BC	37.020 G	28.461IJ	19.756 H	17.150EFG	26.708IJK	34.636 C	28.62B
19T(D + C)	42.408 A	46.246 B	41.215 C	22.000 G	42.066 A	38.691FG	34.446 C	38.15B
20T	32.436FG	27.235 I	65.086 B	42.368 A	34.153 B	75.000 A	6.388 I	40.38B
x	32.490AB	36.932AB	51.347 A	25.432 B	18.514 B	36.920AB	30.185 B	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.12 Medias del análisis de varianza para la variable de germinación de la prueba de envejecimiento acelerado para semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	5	6	7	x
1(CM-2)	92.000AB	80.666 A	83.333AB	62.666 C	60.666EFG	30.666 F	14.666CD	60.667 G
2(CM-4)	90.666AB	84.000 A	76.666 B	62.666 C	53.333 G	57.600CDE	18.666BCD	63.000 GF
3(CM-8)	93.333AB	82.285 A	86.000AB	68.000BC	59.333EFG	58.285CDE	27.333ABC	67.909 E
4(CM-16)	96.000AB	79.333 A	84.666AB	69.333BC	56.666FG	58.666CDE	24.666ABCD	67.048EF
5(CM 1.5+C)	92.000AB	87.333 A	81.333AB	64.000 C	31.333 H	20.000 F	12.666 D	55.524 H
6(CM 3+C)	83.333BC	86.666 A	92.000 A	72.666BC	68.666CDEF	52.666 E	29.333AB	69.333 ED
7(CM 6+C)	92.000AB	90.666 A	86.000AB	70.666BC	80.666ABC	79.333AB	33.333 A	76.096 AB
8(CM 12+C)	96.000AB	84.666 A	92.666 A	72.000BC	75.333BCD	66.666BCD	26.000ABCD	73.333ABCD
9(D 2)	94.000AB	78.000 A	90.000AB	70.000BC	62.666DEFG	51.333 E	26.000ABCD	67.429 EF
10(D 4)	93.333AB	90.666 A	90.666 A	68.666BC	52.666 G	70.000BC	26.000BCD	70.286 CDE
11(D 8)	92.000AB	91.333 A	90.666 A	70.000BC	74.666BCD	59.333CDE	19.333ABCD	71.048 CDE
12(D 16)	98.000 A	92.000 A	92.000 A	79.333AB	70.666BCDE	70.000BC	24.666BCD	75.238ABC
13(D 2+C)	97.333AB	86.000 A	90.000AB	66.000BC	74.000BCD	56.000DE	18.000ABCD	69.619 DE
14(D 4+C)	96.000AB	85.333 A	91.333 A	86.000 A	80.666ABC	60.000CDE	23.333ABC	74.667 ABC
15(D 8+ C)	90.666AB	85.333 A	92.000 A	75.333ABC	79.333ABC	83.333 A	26.666ABCD	76.095 AB
16(D 16+C)	89.333AB	89.333 A	91.333 A	67.333BC	82.000ABC	58.666CDE	22.000ABCD	71.429BCDE
17T(CM+C)	90.000AB	88.666 A	81.333AB	65.333 C	83.333AB	69.333BC	24.000ABCD	71.714ABCDE
18T(D)	91.333AB	90.000 A	92.333 A	79.333AB	70.000BCDE	77.333AB	26.000ABCD	75.19ABC
19T(D + C)	96.666AB	92.000 A	88.000AB	79.333AB	89.333 A	74.000AB	16.666BCD	76.571 A
20T	74.666 C	12.666 A	23.333 C	16.000 D	15.333 I	0.000 G	0.000 E	20.286 I
x	91.933 A	82.833B	84.783 B	68.233 C	66.033 C	57.667 D	21.967 E	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.13 Medias del análisis de varianza para la variable de plántulas anormales de la prueba de envejecimiento acelerado para semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	5	6	7	X
1(CM-2)	6.000 G	16.000 C	13.333 D	32.666 B	28.000 G	44.666 A	20.666 N	23.048ABC
2(CM-4)	7.333 E	12.800 H	18.000 B	31.333 C	34.000 D	35.200 F	46.000 J	26.500A
3(CM-8)	4.000 I	13.714 F	10.666 G	21.333 J	34.666 C	36.000 D	47.333 I	24.000ABC
4(CM-16)	4.000 I	17.333 B	11.333 F	23.333 H	38.000 B	30.000 H	47.333 I	24.476ABC
5(CM 1.5+C)	8.000 D	11.333 J	19.333 A	33.333 A	33.333 E	34.666 G	20.000 O	22.857ABCD
6(CM 3+C)	12.000 B	12.000 I	8.000 I	27.333 D	26.666 H	39.333 C	51.333 G	25.238AB
7(CM 6+C)	6.666 F	8.000 L	12.666 E	22.000 I	16.000 M	16.000 O	45.333 K	18.095EFGH
8(CM 12+C)	2.666 J	14.000 E	6.666 K	22.000 I	21.333 I	26.666 J	50.666 H	20.571CDEFG
9(D 2)	4.666 H	17.333 B	7.333 J	26.666 E	32.000 F	40.666 B	43.333 M	24.571ABC
10(D 4)	4.666 H	8.000 L	6.666 K	26.000 F	40.666 A	20.666 M	44.000 L	21.524BCDEF
11(D 8)	6.000 G	6.666 N	4.000 N	21.333 J	14.000 O	25.333 K	45.333 K	17.524FGH
12(D 16)	1.333 L	6.666 N	4.666 M	18.666 L	19.333 K	22.666 L	47.333 I	17.238FGH
13(D 2+C)	2.333 K	14.000 E	9.333 H	13.333 O	20.000 J	35.333 E	53.333 E	21.143BCDEFG
14(D 4+C)	4.000 I	14.666 D	6.666 K	10.666 P	11.333 Q	29.333 I	52.000 F	18.381EFGH
15(D 8+ C)	4.666 H	13.333 G	6.000 L	20.000 K	14.666 N	14.666 P	56.666 B	18.571DEFGH
16(D 16+C)	9.333 C	10.000 K	4.666 M	24.666 G	12.000 P	29.333 I	58.000 A	21.143BCDEFG
17T(CM+C)	9.333 C	11.333 J	14.000 C	26.000 F	11.333 Q	29.333 I	54.666 D	22.286ABCDE
18T(D)	6.000 G	16.000 C	6.000 L	16.000 N	19.333 K	10.666 Q	52.000 F	18.000EFGH
19T(D + C)	2.666 J	7.333 M	11.333 F	18.000 M	4.000 R	19.333 N	56.000 C	16.952GH
20T	15.333 A	20.666 A	12.666 E	23.333 H	18.666 L	8.000 R	2.000 P	14.381H
x	6.067 F	12.567 D	9.667 E	22.900 C	22.467 C	27.400 B	44.667 A	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.14 Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de plúmula de la prueba de envejecimiento acelerado para semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	5	6	7	x
1(CM-2)	8.006AB	6.760 B	6.796ABC	4.620 C	4.853EFG	2.933FG	2.993A	5.280FGH
2(CM-4)	7.506AB	7.296 B	6.833ABC	5.006BC	4.840EFG	4.280DE	2.406A	5.436EFG
3(CM-8)	6.666BC	6.925 B	7.460ABC	5.493ABC	4.726FGH	4.228DE	2.753A	5.470EFG
4(CM-16)	8.000AB	6.880 B	7.293ABC	5.413ABC	5.126DEFG	4.693CDE	2.726A	5.733CDEF
5(CM 1.5+C)	7.153ABC	7.006 B	6.480BC	4.720BC	3.473HI	2.786FG	3.013A	4.947H
6(CM 3+C)	7.373AB	7.146 B	7.173ABC	5.446ABC	5.320CDEFG	4.060EF	2.680A	5.600DEFG
7(CM 6+C)	7.233AB	7.860AB	6.906ABC	5.880ABC	6.380ABCD	6.680 A	2.800A	6.222ABC
8(CM 12+C)	7.253AB	6.673 B	7.240ABC	5.886ABC	5.680BCDEF	5.520ABCD	2.613A	5.838BCDE
9(D 2)	6.800ABC	4.046 C	7.766AB	5.980ABC	5.080DEFG	3.986EFG	2.566A	5.175GH
10(D 4)	7.913AB	7.926AB	7.640AB	4.966BC	4.273GHI	5.213BCDE	3.000A	5.847BCDE
11(D 8)	7.873AB	7.480 B	7.846AB	6.080AB	6.386ABCD	5.300ABCDE	2.713A	6.240ABC
12(D 16)	8.260 A	6.813 B	7.773AB	5.886ABC	6.026BCDEF	5.360ABCDE	2.726A	6.121ABCD
13(D 2+C)	8.253 A	7.146 B	7.086ABC	5.353BC	5.880BCDEF	4.526CDE	2.106A	5.764CDEF
14(D 4+C)	7.880AB	8.820 A	7.786AB	6.806 A	6.633ABC	4.440CDE	2.453A	6.402A
15(D 8+ C)	7.313AB	7.053 B	8.000 A	6.133AB	5.980BCDEF	6.446AB	2.440A	6.195ABC
16(D 16+C)	7.346AB	7.320 B	7.840AB	5.386ABC	6.246BCDE	5.040CDE	2.373A	5.936ABCDE
17T(CM+C)	7.260AB	7.120 B	6.086 C	5.253BC	6.746AB	5.853ABC	2.573A	5.841BCDE
18T(D)	6.820ABC	7.453 B	7.693AB	5.506ABC	4.893EFG	6.606 A	2.780A	6.107ABCD
19T(D + C)	7.886AB	7.540AB	7.513AB	6.186AB	7.640 A	5.620ABCD	2.040A	6.346AB
20T	5.860 C	3.153 C	3.733 D	3.053 D	3.260 I	2.720 G	2.940A	3.531 I
x	7.433 A	6.909 B	7.147 B	5.503 C	5.472 C	4.814 D	2.635E	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.15 Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de radícula de la prueba de envejecimiento acelerado para semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	5	6	7	x
1(CM-2)	12.416A	13.206A	11.566BCD	11.250A	14.000AB	10.950 D	7.766BCDE	11.593BC
2(CM-4)	13.306A	13.576A	11.500BCD	11.600A	11.916 B	17.180 A	7.283DE	12.185ABC
3(CM-8)	12.933A	14.611A	11.783BCD	11.116A	13.200AB	12.502CD	11.833 A	12.613AB
4(CM-16)	12.536A	13.800A	12.716BCD	11.116A	12.AB550	11.976CD	9.950ABCD	12.092ABC
5(CM 1.5+C)	11.910A	12.716A	12.533BCD	10.983A	11.933 B	7.883 E	6.533 E	10.641D
6(CM 3+C)	11.003A	13.010A	12.676BCD	11.400A	11.516 B	11.716CD	9.000BCDE	11.474CD
7(CM 6+C)	12.216A	14.170A	12.796BCD	10.766A	12.450AB	13.593BCD	8.666BCDE	12.094ABC
8(CM 12+C)	12.286A	14.176A	12.673BCD	11.033A	12.800AB	12.566BCD	8.950BCDE	12.069ABC
9(D 2)	13.683A	14.250A	12.033BCD	11.900A	13.950AB	12.350CD	7.816BCDE	12.283ABC
10(D 4)	13.270A	14.383A	14.366AB	10.266A	12.383AB	12.843BCD	9.950ABCD	12.494ABC
11(D 8)	12.300A	14.616A	13.850ABC	12.220A	13.270AB	12.270CD	10.153ABC	12.668AB
12(D 16)	12.923A	14.500A	13.683ABC	11.700A	13.050AB	12.583BCD	10.493AB	12.704A
13(D 2+C)	11.926A	13.423A	15.576 A	10.833A	12.053 B	12.153CD	7.373CDE	11.905ABC
14(D 4+C)	11.566A	12.883A	12.426BCD	12.000A	13.606AB	11.313 D	8.890BCDE	11.812ABC
15(D 8+ C)	12.006A	13.080A	13.273ABC	11.813A	12.830AB	14.556BC	10.230AB	12.541ABC
16(D 16+C)	11.670A	13.650A	13.676ABC	11.526A	13.673AB	13.130BCD	9.833ABCD	12.451ABC
17T(CM+C)	11.720A	13.166A	11.116CD	11.750A	13.773AB	13.233BCD	10.136ABC	12.128ABC
18T(D)	12.383A	13.846A	12.783BCD	12.306A	14.230AB	12.246BC	10.566AB	12.623AB
19T(D + C)	12.900A	13.400A	13.193ABC	12.570A	14.930 A	15.280AB	7.776BCDE	12.864A
20T	13.333A	7.633 B	9.976 D	7.186 A	8.380 C	0.000 F	0.000 F	6.644E
x	12.414BC	13.413A	12.710 B	11.267D	12.824 B	11.977 C	8.660 E	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.16 Medias del análisis de varianza para la variable de peso seco de la prueba de envejecimiento acelerado para semilla infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	5	6	7	x
1(CM-2)	28.245A	125.95BCD	22.496A	46.413B	44.448A	19.093A	20.000A	43.807B
2(CM-4)	30.035A	120.20BCDE	21.421A	47.095B	39.140A	17.388A	25.555A	41.686B
3(CM-8)	23.040A	93.100CDEF	22.541A	34.836B	34.015A	20.498A	29.893A	37.753B
4(CM-16)	32.910A	80.145CDEF	27.330A	39.425B	33.928A	23.126A	28.928A	37.970B
5(CM 1.5+C)	28.343A	148.24 B	18.905A	43.755B	35.250A	23.240A	30.000A	46.820B
6(CM 3+C)	33.290A	129.22BC	18.795A	41.778B	29.683A	16.800A	19.915A	41.355B
7(CM 6+C)	34.086A	85.013CDEF	18.538A	42.560B	32.646A	22.876A	27.845A	37.652B
8(CM 12+C)	37.590A	125.30BCD	19.413A	38.366B	41.820A	26.273A	23.016A	44.541B
9(D 2)	30.793A	123.29BCD	20.748A	72.025B	51.163A	22.083A	14.075A	47.741B
10(D 4)	36.686A	80.308CDEF	20.560A	45.636B	40.926A	16.163A	28.768A	38.436B
11(D 8)	30.105A	68.861EF	25.566A	38.350B	42.123A	19.246A	31.745A	36.571B
12(D 16)	33.905A	107.44BCDE	26.136A	31.798B	38.918A	18.173A	28.516A	40.698B
13(D 2+C)	34.971A	113.36BCDE	19.213A	31.160B	29.671A	18.098A	15.555A	37.434B
14(D 4+C)	10.840A	112.13BCDE	17.546A	35.751B	30.111A	19.153A	31.435A	36.711B
15(D 8+ C)	27.498A	44.618 F	21.745A	35.403B	32.493A	21.500A	23.998A	29.608B
16(D 16+C)	32.405A	75.685DEF	20.630A	40.628B	34.793A	22.451A	36.705A	37.614B
17T(CM+C)	35.303A	84.841CDEF	17.205A	43.840B	27.703A	18.025A	26.468A	36.198B
18T(D)	50.958A	79.728CDEF	15.511A	37.951B	28.448A	25.748A	36.481A	39.261B
19T(D + C)	22.865A	68.820EF	20.930A	38.026B	35.555A	22.743A	30.833A	34.253B
20T	29.590A	679.44 A	11.203A	255.50A	28.818A	0.00 B	0.00 B	143.509A
x	31.173C	127.061 A	20.322D	52.015B	35.583C	19.660D	25.487CD	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.17 Medias del análisis de varianza para la variable de germinación de la prueba de germinación estándar para semilla tratada no infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	x
1(CM-2)	98.666 A	94.000 A	90.000ABCD	70.666FG	88.333 E
2(CM-4)	98.666 A	95.200 A	94.000ABC	70.666FG	89.391 DE
3(CM-8)	99.333 A	96.571 A	97.333 A	70.000FG	91.040BCDE
4(CM-16)	97.333 A	94.666 A	93.333ABC	64.000 G	87.333 E
5(CM 1.5+C)	98.000 A	92.000 A	94.000ABC	76.666EF	90.167 CED
6(CM 3+C)	98.666 A	96.666 A	98.666ABC	75.333EF	92.333ABCD
7(CM 6+C)	98.666 A	94.666 A	97.333 A	81.333DE	93.000ABCD
8(CM 12+C)	98.666 A	96.666 A	93.333ABC	85.333CD	93.500ABC
9(D 2)	94.666 A	96.666 A	94.000ABC	92.666ABC	94.500 AB
10(D 4)	96.666 A	98.000 A	92.666ABC	96.000 A	95.833 A
11(D 8)	99.333 A	99.333 A	90.666ABCD	86.666BCD	94.000ABC
12(D 16)	99.333 A	97.333 A	83.333 D	90.000ABC	92.500ABCD
13(D 2+C)	99.333 A	96.666 A	92.666ABC	97.333 A	96.500 A
14(D 4+C)	99.333 A	98.000 A	93.333ABC	94.666 A	96.333 A
15(D 8+ C)	99.333 A	97.333 A	88.000BCD	95.333 A	95.000 AB
16(D 16+C)	97.333 A	94.666 A	96.000AB	90.000ABC	94.500 AB
17T(CM+C)	98.666 A	98.000 A	90.000ABCD	93.333AB	95.000 AB
18T(D)	99.333 A	93.333 A	91.333ABCD	96.000 A	95.000 AB
19T(D + C)	100.00 A	97.333 A	91.333ABCD	95.333 A	96.000 A
20T	98.666 A	96.666 A	87.333CD	96.666 A	94.833 AB
x	98.500 A	96.200 B	92.433 C	85.900 D	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.18 Medias del análisis de varianza para la variable de plántulas anormales de la prueba de germinación estándar para semilla tratada no infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat	1	2	3	4	x
1(CM-2)	0.000 D	6.000 A	8.000 E	24.666 D	9.667AB
2(CM-4)	1.333 B	4.800 C	5.333 I	27.333 C	9.913AB
3(CM-8)	0.666 C	4.000 E	2.666 K	28.000 B	8.64ABC
4(CM-16)	2.000 A	4.000 E	7.333 F	33.333 A	11.66A
5(CM 1.5+C)	0.666 C	4.000 E	5.333 I	22.000 F	8.000ABCD
6(CM 3+C)	0.666 C	3.333 F	0.666 L	24.000 E	7.167BCDE
7(CM 6+C)	1.333 B	4.666 D	2.666 K	16.666 G	6.333BCDEF
8(CM 12+C)	1.333 B	2.000 H	4.000 J	13.333 H	5.167CEDF
9(D 2)	2.000 A	3.333 F	6.000 H	6.666 L	4.500DEF
10(D 4)	2.000 A	2.000 H	6.666 G	4.000 O	3.667 EF
11(D 8)	0.000 D	0.666 I	6.666 G	12.666 I	5.000CDEF
12(D 16)	0.000 D	2.666 G	15.333A	8.666 J	6.667BCDEF
13(D 2+C)	0.666 C	3.333 F	7.333 F	2.666 Q	3.500 EF
14(D 4+C)	0.666 C	2.000 H	4.000 J	5.333 N	3.000 F
15(D 8+ C)	0.666 C	2.666 G	11.333B	3.333 D	4.500 DEF
16(D 16+C)	0.666 C	5.333 B	9.333 C	8.000 K	5.833 CDEF
17T(CM+C)	0.666 C	0.000 J	8.000 E	6.000 M	3.667 EF
18T(D)	0.666 C	0.666 I	8.666 D	3.333 P	3.333 EF
19T(D + C)	0.666 C	4.000 E	7.333 F	3.333 P	3.667 EF
20T	0.666 C	3.333 F	9.333 C	3.333 P	4.167 DEF
x	0833 D	3.133 C	6.800 B	12.833 A	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.19 Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de plúmula de la prueba de germinación estándar para semilla tratada no infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	x
1(CM-2)	12.533 A	6.446DE	5.833CD	5.093BCDE	7.476 FG
2(CM-4)	12.706 A	6.752CDE	6.266CD	4.093EF	7.485 FG
3(CM-8)	12.606 A	6.600CDE	6.606BCD	4.460DEF	7.529 EFG
4(CM-16)	12.440 A	5.940 E	5.946CD	4.080EF	7.101 G
5(CM 1.5+C)	12.593 A	6.806CDE	5.700 D	5.793ABCD	7.723 CDEFG
6(CM 3+C)	12.546 A	7.546ABCD	7.146ABC	4.940CDE	8.045 BCDEF
7(CM 6+C)	12.760 A	7.393ABCD	6.386BCD	6.033ABC	8.143ABCDEF
8(CM 12+C)	12.693 A	8.306AB	5.913CD	6.186ABC	8.275ABCD
9(D 2)	12.020 A	6.806CDE	5.486 D	5.966ABC	7.570 DEFG
10(D 4)	12.406 A	7.526ABCD	6.220CD	6.253ABC	8.101ABCDEF
11(D 8)	12.620 A	7.326BCDE	5.973CD	5.106BCDE	7.756 CDEFG
12(D 16)	12.820 A	7.633ABCD	5.453 D	5.566ABCD	7.868 BCDEF
13(D 2+C)	12.833 A	6.606CDE	6.793ABCD	6.553 A	8.196ABCDE
14(D 4+C)	12.860 A	7.606ABCD	6.600BCD	6.393AB	8.365ABC
15(D 8+ C)	11.766 A	7.940ABC	6.720BCD	6.553 A	8.245ABCD
16(D 16+C)	12.640 A	7.953ABC	8.066 A	6.393AB	8.763 A
17T(CM+C)	12.813 A	8.780 A	5.673 D	6.373 F	8.410ABC
18T(D)	12.693 A	6.986BCDE	7.246ABC	5.880ABC	8.201ABCDE
19T(D + C)	12.920 A	7.500ABCD	7.686AB	6.180ABC	8.571AB
20T	12.553 A	6.686CDE	5.566 D	6.686 A	7.873 BCDEF
x	12.591 A	7.256 B	6.364 C	5.729 D	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.20 Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de radícula de la prueba de germinación estándar para semilla tratada no infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	x
1(CM-2)	16.913ABCDE	13.946 A	11.993 C	13.166 B	14.005 D
2(CM-4)	17.446ABCD	13.956 A	13.760ABC	14.133AB	14.861ABCD
3(CM-8)	17.560ABCD	13.360 A	12.866BC	13.416AB	14.263 CD
4(CM-16)	16.896ABCDE	12.700 A	14.536AB	13.650AB	14.445 BCD
5(CM 1.5+C)	16.630ABCDE	13.870 A	14.436AB	14.550AB	14.871ABCD
6(CM 3+C)	17.120ABCDE	14.660 A	14.716AB	14.183AB	15.170ABC
7(CM 6+C)	15.986BCDEF	14.506 A	15.716 A	15.733 A	15.485AB
8(CM 12+C)	18.080AB	14.270 A	14.866AB	13.816AB	15.258ABC
9(D 2)	15.110EF	14.136 A	13.383ABC	13.270 B	13.975 D
10(D 4)	16.153BCDEF	14.216 A	12.906BC	13.603AB	14.220 CD
11(D 8)	15.516DEF	13.770 A	13.400ABC	13.310AB	13.999 D
12(D 16)	17.053ABCDE	13.650 A	14.046ABC	13.546AB	14.574 BCD
13(D 2+C)	17.00ABCDE	13.390 A	13.666ABC	14.790AB	14.711 BCD
14(D 4+C)	15.643CDEF	13.986 A	14.750AB	13.900AB	14.570 BCD
15(D 8+ C)	14.376 F	14.790 A	13.663ABC	14.613AB	14.360 BCD
16(D 16+C)	15.866BCDEF	13.900 A	13.866ABC	14.916AB	14.637 BCD
17T(CM+C)	18.636 A	14.386 A	15.300 A	15.010AB	15.833 A
18T(D)	17.866ABC	14.336 A	13.563ABC	13.763AB	14.882ABCD
19T(D + C)	16.720ABCDE	14.466 A	14.360AB	15.003AB	15.137ABCD
20T	16.523ABCDEF	13.930 A	13.933ABC	13.930AB	14.579 BCD
x	16.655 A	14.006 B	13.986 B	14.115 B	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.21 Medias del análisis de varianza para la variable de peso seco de la prueba de germinación estándar para semilla tratada no infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	x
1(CM-2)	70.878DEFG	37.458 A	22.195EFG	37.210ABC	41.935 FG
2(CM-4)	67.343EFGH	40.328 A	24.858DEFG	35.000BCD	41.950 FG
3(CM-8)	70.138DEFG	39.591 A	23.930EFG	36.551ABC	42.434EFG
4(CM-16)	64.661FGH	36.610 A	22.113FG	39.015ABC	40.600 FG
5(CM 1.5+C)	68.093EFGH	44.753 A	26.266DEFG	34.125BCDE	43.310DEFG
6(CM 3+C)	75.950ABCDE	42.908 A	29.750DEFG	25.355DEFG	43.491DEFG
7(CM 6+C)	77.638ABCDE	46.551 A	31.443DEF	25.775DEFG	45.352DEF
8(CM 12+C)	77.411ABCDE	43.310 A	35.681 D	23.791FG	45.049DEF
9(D 2)	49.035 I	39.956 A	25.483DEFG	25.420DEFG	34.974 HI
10(D 4)	58.635 H	38.713 A	22.296EFG	17.370 G	34.254 I
11(D 8)	60.983 GH	40.916 A	24.723DEFG	31.003BCDEF	39.407 GH
12(D 16)	60.205 GH	39.686 A	25.268DEFG	28.793CDEF	38.488GHI
13(D 2+C)	78.055ABCDE	39.163 A	25.726DEFG	46.610 A	47.389 DE
14(D 4+C)	80.316ABCD	42.135 A	28.651DEFG	40.731 AB	47.959 D
15(D 8+ C)	82.836ABC	46.610 A	95.338 A	24.565DEFG	62.338A
16(D 16+C)	85.296 AB	40.731 A	78.068 B	24.740DEFG	57.209 BC
17T(CM+C)	74.791BCDEF	42.188 A	33.041DE	22.166FG	43.047DEFG
18T(D)	72.875CDEF	38.986 A	83.933 B	38.963ABC	58.690AB
19T(D + C)	86.666 A	43.770 A	58.943 C	21.025FG	52.601 C
20T	64.421FGH	39.321 A	19.221 G	39.321ABC	40.572 FG
x	71.312 A	41.178 B	36.847 C	30.877 D	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.22 Medias del análisis de varianza para la variable de germinación de la prueba de envejecimiento acelerado para semilla tratada no infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	x
1(CM-2)	93.333 A	85.333ABCD	84.000ABCD	82.666ABC	86.333ABCD
2(CM-4)	92.000 A	94.400AB	80.666BCDE	84.666AB	87.652ABC
3(CM-8)	96.000 A	93.142AB	75.333CDEF	66.000DE	83.040BCD
4(CM-16)	94.666 A	89.333ABCD	77.333CDE	74.000ABCDE	83.833ABCD
5(CM 1.5+C)	96.666 A	86.000ABCD	95.333 A	84.000ABC	90.500A
6(CM 3+C)	99.333 A	92.000ABC	91.333AB	73.333ABCDE	89.000AB
7(CM 6+C)	99.333 A	82.000BCD	80.000BCDE	76.000ABCDE	84.333ABCD
8(CM 12+C)	96.000 A	76.666 D	86.000ABCD	86.666 A	86.333ABCD
9(D 2)	94.666 A	90.000ABCD	69.333EFG	72.666BCDE	81.667CD
10(D 4)	98.000 A	88.000ABCD	64.000EG	70.666CDE	80.167DE
11(D 8)	98.000 A	86.000ABCD	79.333BCDE	75.333ABCDE	84.667ABCD
12(D 16)	95.333 A	87.333ABCD	74.666DEF	80.666ABC	84.500ABCD
13(D 2+C)	97.333 A	98.000 A	81.333BCDE	78.666ABCD	88.833AB
14(D 4+C)	93.333 A	96.666 A	80.666BCDE	73.333ABCDE	86.000ABCD
15(D 8+ C)	96.666 A	88.000ABCD	86.000ABCD	82.666ABC	88.833ABC
16(D 16+C)	97.333 A	94.000AB	88.666ABC	67.333DE	86.833ABCD
17T(CM+C)	93.333 A	85.333ABCD	78.666BCDE	86.666 A	86.000ABCD
18T(D)	94.666 A	95.333AB	88.666ABC	66.666DE	86.333ABCD
19T(D + C)	97.333 A	91.333ABC	86.000ABCD	84.666AB	89.833AB
20T	96.666 A	79.333CD	58.666 G	64.666 E	74.833E
x	96.000 A	88.900 B	80.300 C	76.567 D	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.23 Medias del análisis de varianza para la variable de plántulas anormales de la prueba de envejecimiento acelerado para semilla tratada no infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	x
1(CM-2)	5.333 B	10.666 G	13.333 J	14.000 J	10.833BCDE
2(CM-4)	6.666 A	4.000 C	15.333 I	12.666 K	9.913CDE
3(CM-8)	3.333 E	5.142 J	21.333 D	12.666 K	10.400BCDE
4(CM-16)	5.333 B	9.333 H	18.666 F	19.333 G	13.167ABCD
5(CM 1.5+C)	2.666 F	12.666 E	2.666 P	12.666 K	7.667E
6(CM 3+C)	0.666 H	8.000 I	7.333 O	22.000 D	9.500CDE
7(CM 6+C)	0.666 H	18.000 C	18.666 F	20.666 F	14.500ABC
8(CM 12+C)	2.666 F	20.666 A	12.666 K	10.666 L	11.667ABCDE
9(D 2)	4.000 D	9.333 H	26.666 A	21.333 E	15.333AB
10(D 4)	0.666 H	12.666 E	26.000 B	26.666 A	16.500A
11(D 8)	2.000 G	14.000 D	18.666 F	14.666 I	12.333ABCDE
12(D 16)	4.666 C	10.666 G	20.000 E	14.666 I	12.500ABCDE
13(D 2+C)	2.666 F	2.000 M	17.333 H	14.666 I	9.167CDE
14(D 4+C)	5.333 B	2.000 M	17.333 H	18.000 H	10.667BCDE
15(D 8+ C)	2.666 F	11.333 F	10.000 M	8.666 N	8.167DE
16(D 16+C)	2.000 G	4.666 K	8.000 N	22.666 C	9.333CDE
17T(CM+C)	5.333 B	12.666 E	18.000 G	10.000 M	11.500ABCDE
18T(D)	4.666 C	4.666 K	8.000 N	24.000 B	10.333BCDE
19T(D + C)	2.666 F	8.000 I	10.666 L	8.000 O	7.333E
20T	2.666 F	18.666 B	23.333 C	20.666 F	16.333A
x	3.333 C	9.967 B	15.700 A	16.433 A	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.24 Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de plúmula de la prueba de envejecimiento acelerado para semilla tratada no infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	x
1(CM-2)	7.720BC	6.320ABCDE	6.000ABC	5.040BC	6.270ABCD
2(CM-4)	7.533BC	7.072AB	5.280BCDE	5.033BC	6.193ABCDE
3(CM-8)	7.720BC	7.091AB	5.400BCDE	3.860 C	6.060BCDE
4(CM-16)	7.013 C	6.460ABCDE	4.333DEF	4.020 C	5.456E
5(CM 1.5+C)	8.473 ABC	5.833ABCDEF	7.013 A	4.420 C	6.435ABC
6(CM 3+C)	8.260ABC	6.440ABCDE	6.300AB	4.206 C	6.301ABCD
7(CM 6+C)	8.700AB	5.273DEF	5.446BCDE	4.240 C	5.915BCDE
8(CM 12+C)	8.313ABC	4.806 F	5.386BCDE	5.146BC	5.913BCDE
9(D 2)	7.600BC	6.113ABCDEF	4.693CDEF	4.260 C	5.666CDE
10(D 4)	8.513ABC	6.606ABCDE	4.000EF	4.093 C	5.803BCDE
11(D 8)	9.513 A	5.366 A	5.846ABCD	4.020 C	6.186ABCDE
12(D 16)	7.000 C	6.520AB	5.346BCDE	4.840BC	5.926BCDE
13(D 2+C)	7.200BC	7.273EF	5.360BCDE	6.053AB	6.471AB
14(D 4+C)	7.480BC	6.960ABCDE	4.966BCDE	4.706BC	6.028BCDE
15(D 8+ C)	8.513ABC	5.246ABCDEF	5.433BCDE	6.146AB	6.335ABC
16(D 16+C)	8.213ABC	6.346ABCDE	5.940ABC	4.846BC	6.336ABC
17T(CM+C)	7.260BC	5.820ABCDEF	5.280BCDE	5.206BC	5.891BCED
18T(D)	8.133ABC	6.780ABCD	5.766ABCD	4.706BC	6.346ABC
19T(D + C)	7.946BC	6.806ABC	5.533BCD	7.086 A	6.843A
20T	8.666AB	5.566BCDEF	3.473 F	4.473 C	5.545DE
x	7.988 A	6.235 B	5.340 C	4.820 D	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.25 Medias del análisis de varianza para la variable de longitud de radícula de la prueba envejecimiento acelerado para semilla tratada no infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	x
1(CM-2)	15.036 A	13.756ABC	13.760 B	10.553DE	13.276ABC
2(CM-4)	15.603 A	13.980ABC	13.583 B	11.233CDE	13.583ABC
3(CM-8)	14.576 A	14.100ABC	13.453BC	8.603 E	12.740BC
4(CM-16)	14.150 A	13.816ABC	12.823BCD	10.493DE	12.820BC
5(CM 1.5+C)	14.960 A	13.746ABC	14.030 B	10.793CDE	13.382ABC
6(CM 3+C)	13.900 A	13.990ABC	11.726BCD	11.636CDE	12.813BC
7(CM 6+C)	15.360 A	14.160ABC	14.440 B	11.340CDE	13.825ABC
8(CM 12+C)	15.173 A	14.526ABC	12.696BCD	10.626DE	13.255ABC
9(D 2)	13.676 A	13.880ABC	18.433 A	11.606CDE	14.399AB
10(D 4)	14.086 A	13.873ABC	11.416BCD	11.346CDE	12.680C
11(D 8)	14.066 A	15.410AB	12.133BCD	10.670DE	13.070ABC
12(D 16)	14.943 A	14.053ABC	13.333BC	11.530CDE	13.465ABC
13(D 2+C)	14.240 A	13.550ABC	12.200BCD	12.980ABCD	13.242ABC
14(D 4+C)	15.210 A	13.550ABC	11.783BCD	13.513ABCD	13.514ABC
15(D 8+ C)	14.366 A	11.966 C	12.683BCD	15.613 A	13.657ABC
16(D 16+C)	15.296 A	12.700BC	13.793 B	12.930ABCD	13.680ABC
17T(CM+C)	14.473 A	13.083ABC	12.966BCD	12.243BCD	13.191ABC
18T(D)	15.270 A	16.250 A	13.980 B	12.503BCD	14.500A
19T(D + C)	15.166 A	13.050ABC	13.723 B	15.073AB	14.253ABC
20T	14.480 A	13.343ABC	10.233CD	13.996ABC	13.013ABC
x	14.701 A	13.840 B	13.159 C	11.964 D	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo

Cuadro A.26 Medias del análisis de varianza para la variable de peso seco de la prueba de envejecimiento acelerado para semilla tratada no infestada con *Sitophilus zeamais* Motchulsky.

Trat.	1	2	3	4	x
1(CM-2)	39.135BCDE	29.505ABCDEF	31.610ABC	18.445BCDE	29.674BCDE
2(CM-4)	45.748ABC	30.656ABCDEF	30.773ABCD	15.066CDE	30.557ABCDE
3(CM-8)	37.723CDE	32.112ABCDE	33.855AB	10.081 E	28.590BCDE
4(CM-16)	36.366CDE	30.696ABCDEF	32.555ABC	16.083CDE	28.925BCDE
5(CM 1.5+C)	37.933BCDE	23.541DEFG	27.286ABCD	15.836CDE	26.150E
6(CM 3+C)	30.416 E	18.216 G	20.966 D	16.243BCDE	21.461F
7(CM 6+C)	41.320ABCD	24.808CDEFG	25.790BCD	18.580BCDE	27.625DE
8(CM 12+C)	49.560 A	34.040ABC	22.701CD	17.701BCDE	31.001ABCDE
9(D 2)	34.508DE	32.566ABCD	34.473AB	16.743BCDE	29.573SCDE
10(D 4)	41.291ABCD	27.525BCDEFG	26.341BCD	17.343BCDE	28.127CDE
11(D 8)	43.170ABCD	37.771 A	34.405AB	14.256DE	32.401ABCD
12(D 16)	40.673ABCDE	35.090AB	35.870AB	17.248BCDE	32.220ABCD
13(D 2+C)	40.200ABCDE	22.306EFG	28.801ABCD	21.001BCD	28.078CDE
14(D 4+C)	46.043ABC	21.158FG	27.200ABCD	22.521ABCD	29.231BCDE
15(D 8+ C)	49.405 A	32.775ABCD	32.243ABC	25.205ABC	34.907[a]
16(D 16+C)	48.103AB	21.581FG	29.465ABCD	26.393AB	31.386ABCD
17T(CM+C)	36.516CDE	25.275BCDEFG	32.258ABC	17.596BCDE	27.912DE
18T(D)	41.086ABCD	31.995ABCDE	36.825 A	24.226ABCD	33.533AB
19T(D + C)	45.918ABC	28.486ABCDEF	26.786ABCD	31.451 A	33.161ABC
20T	40.845ABCDE	25.998BCDEFG	25.685BCD	23.886ABCD	29.104BCDE
x	41.298 A	28.317 B	29.794 B	19.295 C	

Letras diferentes pertenecen a diferente grupo