

## COMPARACION DE SEIS INSECTICIDAS PROTECTANTES EN EL CONTROL DE *Sitophilus oryzae* (L.) Y *Sitotroga cerealella* (Oliver) EN TRIGO ALMACENADO <sup>1</sup>

### Comparison of six protectant insecticides in the control of *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitotroga cerealella* (Oliver) in stored wheat.

HÉCTOR ALDANA <sup>2</sup>, REINALDO PINTO <sup>3</sup>, CESAR ACUÑA <sup>4</sup>, Y MARCOS CABEZAS <sup>4</sup>.

#### RESUMEN

Entre mayo de 1991 y septiembre de 1992, se realizó una investigación en el fin de observar el efecto residual de seis insecticidas protectantes en trigo almacenado durante 120 días. La experimentación tuvo lugar en el Centro de Investigaciones Agropecuarias de Tibaitatá, localizado a 2.543 m.s.n.m., cuya temperatura y humedad relativa promedias son de 12,9°C y 79%. Dentro de la bodega, los promedios de temperatura y humedad relativa fueron de 16°C y 64%. Los insecticidas se probaron en tres dosis, utilizando los insectos *Sitophilus oryzae* (L.) y *Sitotroga cerealella* (Oliver). En el primer insecto, los productos que tuvieron alta mortalidad hasta el final del experimento fueron, en su orden, Pirimifos-metil, Deltametrina, Fenitrotin y Cyflutrin, en dosis de 4,0; 0,37; 4,0 y 3,0 mg/kg (ppm), respectivamente. En *S. cerealella*, los productos mas eficientes fueron, en orden descendiente, Deltametrina, Pirimifosmetil, Fenitrotion y Cyflutrin, en dosis iguales a las mencionadas anterioremente. En ambos insectos, Diclorvos en las tres dosis y Malathion, en 4 mg/kg, a los 60 días, perdió su efecto y Malathion, en 8 y 12 mg/kg, fue inefectivo a los 90 días. Los residuos dejados por los insecticidas en el grano, en ninguna de las dosis empleadas, supera-

ron los límites máximos de residuos permitidos por OMS y FAO.

**Palabras Claves:** *Granos almacenados, plagas de almacenados, insecticidas protectantes.*

#### Summary

A research was conducted to observe the residual effect of six protectant insecticides in wheat stored for 120 days. The research was conducted at the Agricultural research center of Tibaitatá with an average temperature of 12.9°C and 79% relative humidity. The storage conditions were 16°C and 64% relative humidity. Three dosages of insecticides were used against *S. oryzae* (L.) and *S. cerealella* (Oliver). Pirimifos-metil, Deltametrina, Fenitrotin and cyflutrin at dosages of 4.0, 0.37, 4.0, and 3.0 mg/kg, (ppm) respectively controlled *S. oryzae* effectively. Deltametrina Pirimifos Fenitrotin and cyflutrin used at the same dosages, controlled *S. cerealella*. The effectiveness of the control followed the same order as the insecticides listed. Diclorvos in three dosages and malathion at 4.0 mg/kg lost efectivity after 60 days of the application for both species. Malathion at 8.12 mg/kg was not effective after 90 days of application. Grain insecticide residues were not higher than the maximum allowed by the OMS and FAO for all dosages.

<sup>1</sup>Investigación realizada con el apoyo y colaboración, del Grupo Multidisciplinario de Trigo, del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

<sup>2</sup>Profesor, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Apartado aéreo 14490, Santafé de Bogotá D.C.

<sup>3</sup>Ingeniero Agrónomo, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Santafé de Bogotá. D.C.

<sup>4</sup>Ingeniero Agrónomo.

<sup>5</sup>En la prueba de Tukey, los tratamientos con la misma letra no difieren a un nivel del 5% de probabilidad.

#### INTRODUCCION

El trigo es un cereal de gran importancia nacional, ya que, anualmente, se consumen 863 mil toneladas, de estas 792 mil son importadas y 71 mil, de producción nacional (FENAICE, 1992). El trigo almacenado de ambas procedencias está sometido al ataque de muchas especies de plagas, de las cuales, la principal son los insectos.

Los insectos que producen mayores daños son el gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae* L.) y la polilla de los cereales (*Sitotroga cerealella* Oliver). En caso de no controlarlos bien durante los 4 a 7 meses que permanece en depósito, éstas y otras especies de insectos provocan pérdidas en el grano mayores del 10%.

El control de insectos que causan daños a los granos almacenados debe ser integral, esto es, que contemple medidas preventivas, utilización de enemigos naturales y métodos físicos y químicos (insecticidas). El uso de métodos químicos, muchas veces, se hace indispensable, más aún en las condiciones tropicales de altas temperaturas y humedades relativas que favorecen el desarrollo rápido de los insectos.

Dentro de los insecticidas empleados, están los fumigantes, los cuales no tienen efecto residual y los protectantes que evitan por algún tiempo, la multiplicación de los insectos en el grano.

El efecto posterior al tratamiento de los insecticidas protectantes depende del producto en sí (el principal factor), de las dosis y condiciones del grano y del ambiente climático en el depósito. Para lograr buenos resultados con tales insecticidas, éstos se deben seleccionar y utilizar de acuerdo con tiempo, que pueden y que se requiere proteger el grano.

El objetivo de la presente investigación fué el de comparar el efecto residual de seis insecticidas protectantes en trigo a través de varias evaluaciones de mortalidad de los dos insectos mencionados, durante cuatro meses de almacenamiento.

## REVISIÓN DE LITERATURA

La zona tropical se caracteriza por tener altas temperaturas y humedades relativas durante la mayor parte del año. Condiciones que son propicias a la multiplicación de los insectos en los alimentos (Eguatu, 1987).

Manojlovic (1989) demuestra que *S. cerealella* y *S. oryzae* son los insectos primarios de mayor importancia en las pérdidas cualitativas y cuantitativas de trigo almacenado.

Mora (1978) reporta un número aproximado de 60 especies de insectos que atacan los granos de cereales y leguminosas, de las cuales las más importantes son *S. cerealella*, *Rhizopertha dominica* (F) y *S. oryzae*.

En Colombia, en clima cálido, la incidencia de *R. dominica* y *S. oryzae* en cereales es alta. En clima frío, la presencia del primer insecto es casi nula, en cambio, son muy frecuentes *S. oryzae* y *S. cerealella*, principalmente en maíz y trigo (Trochez, 1977; Cleves y Aldana, 1987).

En todo el mundo, los insectos conforman el 80% de la problemática actual relacionada con las pérdidas de granos almacenados (Champ, 1977).

Trochez (1977) encontró en el Valle del Cauca (temperatura promedio de 25°C), una pérdida del 10% en trigo almacenado durante cuatro meses,

Guillen (1985) evaluó malathion, folithion y pirimifosmetil en el control de *S. oryzae* en maíz. Usando dosis de 10 ppm, los dos últimos productos mantuvieron el grano libre de insectos durante ocho meses de almacenamiento y, con malathion, la infestación al final fué de 90%.

Pereira Dos Santos (1990), para el control de *S. oryzae*, evaluó 22 insecticidas para granos, incluyendo mezclas de algunos de ellos. El insecticida de efecto más prolongado fué pirimifosmetil en dosis de 10 ppm, seguido de deltametrina en dosis de 0.3 ppm. Ambos superaron al malathion, inclusive en dosis de 40 ppm.

Samson y otros (1989), en trabajos realizados en arroz para el control de *R. dominica* y *S. oryzae*, probaron fenitrotion, pirimifosmetil, clorpirifosmetil, metacrifos y deltametrina, bajo condiciones de 30°C de temperatura y 70% de humedad relativa. Al cabo de 9 meses de almacenamiento, el compuesto más efectivo fue clorpirifosmetil, seguido de pirimifosmet fenitrotion y deltametrina.

Los residuos dejados por un insecticida en productos alimenticios, dependen de la naturaleza del mismo, del tiempo transcurrido, del contenido de humedad del alimento y de la temperatura en el depósito. A mayor temperatura es más rápida la desnaturalización del compuesto (Heuser, 1990); De Lavour, 1980).

La Comisión del Codex Alimentario de la FAO y de la Organización Mundial de la Salud (1989) señala como límites máximos de residuos de pesticidas en granos y, para malathion, pirimifosmetil, fenitrotion, diclorvos y deltametrina, fija, 8; 10; 10; 2 y 1 ppm, respectivamente.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en una bodega del Instituto Colombiano Agropecuario, en el CI Tibaitatá, durante el período comprendido entre mayo de 1991 y septiembre de 1992. Esta localidad está a 2.543 m.s.n.m., con precipitación pluvial promedio de 647 mm, 12,9°C de temperatura promedio y, 79% de humedad relativa promedio.

Para obtener los insectos necesarios en la investigación, se hicieron crías masivas de *S. oryzae* y *S. cerealella* en el laboratorio de Entomología de Granos Almacenados de la Universidad Nacional de Colombia, en Santafé de Bogotá.

Como sustrato, se utilizó trigo de la variedad ICA-Tenza, tratado previamente con el insecticida fosforo de hidrógeno, como fumigante, con el objeto de dejarlo libre de plagas. El grano, al iniciar el experimento, tenía 13,4% de humedad, peso volumétrico de 75 Kg/hectolitro y 94% de germinación.

Los seis insecticidas protectantes para granos almacenados que se probaron fueron cuatro organofosforados (malathion, diclorvos, fenitrotin y pirimifos) y dos piretroides (cyflutrin y deltametrina). De cada producto se usaron tres dosis, 4; 8 y 12 ppm (mg/kg) para organofosforados; 1; 2 y 3 ppm para cyflutrin, y 0,25; 0,37 y 0,50 ppm para deltametrina. El producto comercial empleado como fuente de deltametrina contiene butóxido de piperonilo.

Cada una de las 114 unidades que comprendieron los experimentos tenía 2 kg de trigo, depositados en un frasco plástico de 3,5 litros de capacidad.

Al comienzo de experimentos, el trigo de cada unidad experimental se trató con la dosis respectiva de insecticida y todos los recipientes se dejaron en un sitio determinado y se distribuyeron de acuerdo con el diseño experimental. De ellos, lo mismo que de las unidades testigo, se tomaron, en los programados muestras, para probar mortalidad de insectos durante cuatro meses de almacenamiento.

Para la aplicación de los insecticidas al trigo de las unidades experimentales, se utilizó el método de Samson (1989), el cual consistió en que el grano de cada unidad se extendió en capa delgada sobre una bandeja y se le aplicó el producto, por medio de un atomizador manual y luego el grano tratado se depositó en el recipiente, el cual se sacudió fuertemente, con el objeto de que el grano se estuviese mas directamente en solución del insecticida y, en segui-

da, se tapó la boca de cada frasco con un pedazo de tela de tul.

La actividad de cada insecticida y sus dosis, a través del tiempo de almacenamiento del trigo, se estableció en función de la mortalidad de los insectos y, para ello, se tomaron muestras de las unidades experimentales y, en ellas se colocaron insectos de *S. oryzae*, a las 24 horas y a los 30; 60; 90 y 120 días después de la aplicación única de los insecticidas. Para *S. cerealella*, la primera infestación se hizo a los 8 días y las siguientes cada 30 días.

Para *S. oryzae*, las evaluaciones de mortalidad se hicieron ocho días después de las infestaciones y para *S. cerealella*, 15 días mas tarde, siguiendo los métodos de Guillen (1985) y Samson (1989).

Las infestaciones con *S. oryzae* se realizaron con 100 adultos de menos de una semana de nacidos y empleando 100 g de trigo tomados de cada unidad experimental y depositados en frascos de 250 ml y la evaluación se realizó contando insectos vivos y muertos.

En *S. cerealella*, la infestación se efectuó con huevos, de acuerdo a la metodología de Madrid (1982). A cada muestra se le colocaron 50 mg de huevos, sabiendo que este peso contenía 450 huevos y para disminuir la actividad embrionaria, los huevos se colocaron en pequeños frascos de vidrio y, se llevaron a nevera a 8°C. Seis horas antes de la infestación se pasaron a un cuarto climatizado a 25°C. Igual que en el caso anterior, la muestra de trigo fué de 100 g y las evaluaciones se realizaron 15 días más tarde, que es tiempo suficiente para la emergencia de las larvas. Con el fin de separar las larvas, y el contenido de cada frasco se tamizo y, luego se contaron las larvas muertas y vivas, mediante la utilización de un microscopio.

El diseño estadístico utilizado fue de bloques completamente al azar, con tres repeticiones y factorial 6x3, cuyos factores fueron los seis insecticidas y las tres dosis. Se organizaron dos experimentos separados, uno para *S. oryzae* y otro para *S. cerealella*. Para los análisis de resultados, se utilizó un modelo estadístico de la forma:

$$Y_{ijk} = \mu + I_i + D_j + B_k + e_{ijk}$$

Siendo:

$$Y_{ijk} = \text{Respuesta a cada combinación de factores}$$

- $\mu$  = Media general
- $I_i$  = Efecto de los insecticidas
- $D_j$  = Efecto de las dosis
- $B_k$  = Efecto de los bloques
- $e_{ijk}$  = Error experimental

Para determinar los residuos de insecticidas, se tomaron 1,5 kg de trigo de cada una de las muestras con las dosis de los insecticidas probados. Los residuos de los organofosforados se comprobaron en el laboratorio de Insumos Agrícolas del ICA en Tibaitatá y las muestras para análisis de residuos de los piretroides, se enviaron a las respectivas casas fabricantes.

Durante la experimentación, se tomaron datos de temperatura y humedad relativa dentro de la bodega, mediante un higrotermógrafo de gráfica semanal.

La toxicidad y nombre comercial de los insecticidas probados fueron:

-Cyflutrin: Toxicidad, DL 50 oral (ratas) 500 mg/kg. Nombre comercial, Solfac 050 E.

-Deltametrina + butóxido de piperonilo: Toxicidad, DL 50 oral (ratas) 750 mg/kg. Nombres comerciales, K-Obiol CE 25, Decis 2.5 CE.

-Diclorvos: Toxicidad, DL 50 oral (ratas) 56 mg/kg. Nombres comerciales, Nuván 50 CE, Vapona, DDVP, Verdisol y otros.

-Fenitrothion: Toxicidad, DL 50 oral (ratas) 250 mg/kg. Nombres comerciales, Sumithion, Folithion.

-Malathion: Toxicidad, DL 50 oral (ratas) 1300 mg/kg. Nombres comerciales, Malathion 57 CE, Fyfanon y otros.

-Pirimifos-metil: Toxicidad, DL 50 oral (ratas) 2050 mg/kg. Nombres comerciales, Actellic 50, Actellic.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. MORTALIDAD DE *S. oryzae*

En el cuadro 1, se resumen los resultados de mor-

talidad del insecto y en cada evaluación, se comparan entre sí utilizando la prueba de Tukey.

A las 24 horas, la mayor parte de los tratamientos presentaron una mortalidad total. Diclorvos en 4 ppm y Cyflutrin en 1 y 2 ppm tenían un control ligeramente inferior a los demás tratamientos.

A los 30 días, Diclorvos, en sus dosis inferiores, bajó significativamente en eficiencia y, en la dosis mayor, comenzó a disminuirla. Malathion y Cyflutrin, en las dosis inferiores, empezaron a ser deficientes. Los demás tratamientos produjeron una mortalidad total o cercana a ella.

A los 60 días, Diclorvos perdió su eficiencia al igual que Malathion en 4 ppm. Los otros tratamientos, comparados entre sí, tuvieron un control similar, excepto Cyflutrin que fue un poco inferior

Después de 90 días, Malathion perdió, en mayor grado, su eficiencia en las dos dosis inferiores. Todas las dosis de Pirimifos-metil hicieron un control total, al igual que Fenitrothion en 12 ppm. Este último mantuvo buena mortalidad en las dosis inferiores. Deltametrina, en las dos dosis mayores, tuvo una mortalidad buena.

Después de 120 días, Fenitrothion, Pirimifos-metil y Deltametrina hicieron buen control. Cyflutrin, en 3 ppm, conservó alguna residualidad. Los demás tratamientos, un más que otros, perdieron su eficacia.

La mortalidad natural (testigo) de los insectos estuvo entre 2 y 7%, semejante a la de Diclorvos en las dos últimas evaluaciones y a la de Malathion en la última evaluación.

### 4.2. MORTALIDAD DE *S. cerealella*

En el cuadro 2, se muestra la mortalidad de este insecto a los 8, 38; 68; 98 y 128 días después de aplicados los productos.

A los 8 días, la mortalidad en todos los tratamientos fue alta y similar, aunque en ninguno de ellos, fué total.

Después de 38 días, Diclorvos en 4 ppm fue inferior y diferente de todos los demás tratamientos, los cuales, en cuanto a control, unos fueron mayores que otros, pero próximos entre sí.

**CUADRO 1.** Prueba de Tukey para el porcentaje de mortalidad de *S. oryzae* en trigo almacenado producida por tres dosis insecticidas, en evaluaciones hechas a las 24 horas, y a los 30; 60; 90 y 120 días. Tibaitatá. 1992.

| Tratamientos<br>Productos | ppm  | Porcentaje de Mortalidad - Comparación de Medias |           |           |           |          |
|---------------------------|------|--|-----------|-----------|-----------|----------|
|                           |      | 24 Horas   | 30 días   | 60 días   | 90 días   | 120 días |
| Fenitroton                | 4    | 100,00 A   | 100,00 A  | 99,33 A   | 95,00 AB  | 91,56 AB |
|                           | 8    | 100,00 A   | 100,00 A  | 100,00 A  | 98,00 A   | 96,33 AB |
|                           | 12   | 100,00 A   | 100,00 A  | 100,00 A  | 100,00 A  | 98,00 A  |
| Pirimifos-<br>Metil       | 4    | 100,00 A   | 100,00 A  | 100,00 A  | 100,00 A  | 5,67 AB  |
|                           | 8    | 100,00 A   | 100,00 A  | 100,00 A  | 100,00 A  | 100,00 A |
|                           | 12   | 100,00 A   | 100,00 A  | 100,00 A  | 100,00 A  | 100,00 A |
| Diclorvos                 | 4    | 97,00 BC   | 53,00 D   | 17,67 BCD | 4,67E     | 1,00 E   |
|                           | 8    | 100,00 A   | 81,67 C   | 22,67 BCD | 6,67 E    | 1,00 E   |
|                           | 12   | 100,00 A   | 90,00 ABC | 30,00 BCD | 5,67 E    | 2,33 E   |
| Malathion                 | 4    | 99,00 AB   | 83,67 BC  | 34,67 CD  | 16,67 E   | 4,00 E   |
|                           | 8    | 100,00 A   | 98,67 AB  | 86,00 A   | 23,67 DE  | 18,33 DE |
|                           | 12   | 100,00 A   | 100,00 A  | 97,00 A   | 63,00 BCD | 31,67 D  |
| Cyflutrin                 | 1    | 94,00 C  | 88,67 BC  | 87,67 A   | 32,33 DE  | 33,33 D  |
|                           | 2    | 97,33 BC   | 97,67 ABC | 78,67 AB  | 47,00 CDE | 36,00 CD |
|                           | 3    | 100,00 A   | 100,00 A  | 75,00 A   | 71,33 BC  | 70,67 BC |
| Deltametrina              | 0,25 | 100,00 A   | 100,00 A  | 97,00 A   | 82,67 ABC | 75,00 B  |
|                           | 0,37 | 100,00 A   | 100,00 A  | 94,00 A   | 96,33 AB  | 98,67 A  |
|                           | 0,50 | 100,00 A   | 100,00 A  | 100,00 A  | 95,67 AB  | 94,67 AB |
| Testigo                   |      | 0,00 D   | 9,67 E    | 7,33 D    | 2,00 F    | 2,67 E   |

1/ En la prueba de Tukey, los tratamientos con la misma letra no difieren a un nivel del 5% de probabilidad.

A los 68 días, fueron ineficientes las tres dosis de Diclorvos y la más baja fue la de Malathion. Los demás productos y dosis fueron efectivos y similares entre sí.

A los 98 días después de la aplicación de los insecticidas, sobresalieron en mortalidad las tres dosis de Pirimifos-metil y las mayores de Fenitroton y Deltametrina. Las otras dosis de Deltametrina y Fenitrothion y la mayor de Cyflutrin hicieron buen control y fueron similares entre sí. Los demás tratamientos fueron ineficientes.

Finalmente, a los 128 días, las tres dosis de Pirimifos-metil, la mayor de Fenitrothion y las dos mayores de Deltametrina realizaron buen control y fueron similares entre sí. Las dos dosis menores de Fenitrothion fueron inferiores, pero, en mortalidad, próximas a las anteriores. Los demás tratamientos perdieron su eficiencia, uno más que otros.

En las dos últimas evaluaciones, la mortalidad del testigo, o mortalidad natural, fué similar a la de Diclorvos.

### 3. MODELOS DE REGRESION PARA PREDICCIÓN DE MORTALIDAD

Con el objetivo de definir el comportamiento de los productos en cuanto a residualidad, se utilizaron modelos de regresión para la predicción de mortalidad de *S. oryzae* y *S. cerealella* (cuadros 1 y 2), en función del tiempo (días) de almacenamiento.

En Pirimifos-metil y fenitroton, se determinó la ecuación de regresión, sólo, para la dosis inferior, por ser similar a las dos mayores. De Diclorvos y Malathion, solo, se obtuvo la ecuación de regresión para las dosis mayores, debido a la pérdida de eficacia a través del tiempo, que es mayor en las dos dosis bajas.

En Cyflutrin y Deltametrina, para determinar la mejor de las tres dosis, se utilizó la prueba de homogeneidad de pendientes de regresión (Steel y Torrie, 1980) para cada una de las tres dosis y se encontró que la mejor dosis,

para el primer producto, fue la mayor y, para el

**CUADRO 2.** Prueba de Tukey para porcentaje de Mortalidad de *S. cerealella* en trigo almacenado producida por tres dosis de seis insecticidas, en evaluaciones hechas a los 8, 38, 68, 98 y 128 días. Tibaitata, 1992. <sup>5/</sup>

| Tratamientos    |      | Porcentaje de mortalidad - Comparación de medias |          |          |           |           |
|-----------------|------|--|----------|----------|-----------|-----------|
| Productos       | ppm  | 8 días   | 38 días  | 68 días  | 98 días   | 128 días  |
| Fenitrotion     | 4    | 95,18 A  | 91,33 AB | 90,44 A  | 89,26 AB  | 86,37 ABC |
|                 | 8    | 97,18 A  | 93,77 A  | 93,40 A  | 89,63 AB  | 89,33 AB  |
|                 | 12   | 98,22 A  | 92,52 AB | 91,18 A  | 81,48 A   | 90,29 A   |
| Pirimifos-metil | 4    | 98,00 A  | 93,70 A  | 92,08 A  | 91,40 A   | 89,92 A   |
|                 | 8    | 97,62 A  | 95,48 A  | 92,67 A  | 92,81 A   | 91,33 A   |
|                 | 12   | 98,45 A  | 94,96 A  | 95,11 A  | 92,59 A   | 92,44 A   |
| Diclorvos       | 4    | 97,40 A  | 69,48 B  | 41,26 BC | 23,26 G   | 20,22F    |
|                 | 8    | 95,18 A  | 84,89 AB | 55,48 B  | 24,96 G   | 22,00 F   |
|                 | 12   | 97,41 A  | 90,07 AB | 53,63B   | 27,78 G   | 29,22 F   |
| Malathion       | 4    | 92,15 A  | 79,63 AB | 51,63 B  | 35,56 FG  | 19,41 F   |
|                 | 8    | 96,67 A  | 93,92 A  | 81,48 A  | 50,29 EF  | 27,18 EF  |
|                 | 12   | 94,37 A  | 92,37 AB | 88,52 A  | 59,03 DE  | 33,85 E   |
| Cyflutrin       | 1    | 94,52 A  | 87,40 AB | 83,10 A  | 65,92 CD  | 54,66 D   |
|                 | 2    | 95,18 A  | 93,85 A  | 88,07 A  | 76,59 BCD | 63,33 D   |
|                 | 3    | 97,70 A  | 94,89 AB | 89,63 A  | 85,48 AB  | 80,52 BC  |
| Deltametrina    | 0,25 | 94,00 A  | 92,96 AB | 90,37 A  | 83,26 ABC | 79,11 C   |
|                 | 0,37 | 98,00 A  | 95,85 A  | 94,66 A  | 90,74 AB  | 92,07 A   |
|                 | 0,50 | 98,44 A  | 93,40 AB | 5,04 A   | 90,51 AB  | 92,81 A   |
| Testigo         |      | 17,92 B  | 19,6 C   | 20,44C   | 19,33 G   | 20,44 F   |

**CUADRO 3.** Modelos de regresión lineal de porcentaje de mortalidad de *S. oryzae* producida por los insecticidas en función del tiempo (días) de almacenamiento del trigo.

| Tratamientos    |      | ECUACION DE REGRESION |  | R <sup>2</sup> |
|-----------------|------|-----------------------|--|----------------|
| Productos       | ppm  |                       |  |                |
| Fenitrotion     | 4    | 101,585 - 0,073 X     |  | 0,8472         |
| Pirimifos-Metil | 4    | 100,889 - 0,029 X     |  | 0,5033         |
| Diclorvos       | 12   | 102,104 - 0,938 X     |  | 0,9055         |
| Malathion       | 12   | 113,502 - 0,584 X     |  | 0,8192         |
| Cyflutrin       | 3    | 101,046 - 0,293 X     |  | 0,8211         |
| Deltametrina    | 0,37 | 99,072 - 0,021 X      |  | 0,1467         |
| Testigo         |      | 4,837 - 0,008 X       |  | 0,0096         |

**CUADRO 4.** Modelos de regresión lineal, de porcentaje de mortalidad de *S. cerealella* producida por los insecticidas en función del tiempo (días) de almacenamiento del trigo.

| Tratamientos      |      | ECUACION DE REGRESION |           | R <sup>2</sup> |
|-------------------|------|-----------------------|-----------|----------------|
| Productos         | ppm  |                       |           |                |
| Fenitrotion       | 4    | 94,844                | - 0,065 X | 0,9340         |
| Pirimifos - Metil | 4    | 97,047                | - 0,060 X | 0,8590         |
| Diclorvos         | 12   | 105,260               | - 0,714 X | 0,9350         |
| Malathion         | 12   | 108,438               | - 0,524 X | 0,8909         |
| Cyflutrin         | 3    | 99,276                | - 0,145 X | 0,9864         |
| Deltametrina      | 0,37 | 98,022                | - 0,056 X | 0,8562         |
| Testigo           |      | 18,548                | + 0,015 X | 0,4758         |

segundo, la dosis media. Los resultados definitivos se indican en los cuadros 3 y 4.

## CONCLUSIONES

-Después de 120 días de almacenamiento del trigo, los mejores insecticidas, en cuanto a mortalidad de *S. oryzae*, fueron en su orden Pirimifos-metil, Deltametrina y Fenitrothion, en dosis de 4,0; 0,37 y 4,0 mg/kg (ppm) respectivamente. Cyflutrin, en 3 ppm, ocupó el cuarto lugar con eficiencia un poco inferior a los anteriores. En *S. cerealella*, los más eficientes fueron, en su orden Deltametrina, Pirimifos-metil, Fenitrotin y Cyflutrin, en dosis iguales a las anteriores.

-En *S. oryzae*, Diclorvos, en las tres dosis, y Malathion, en 4 ppm, perdieron eficacia a los 60 días, lo mismo que para *S. cerealella* a los 68 días de almacenamiento del trigo. A los 90 días, en *S. oryzae* y, a 98 días, en *S. Cerealella*, las otras dos dosis de Malathion no tenían residualidad.

-Los residuos dejados por los insecticidas en el trigo tratado, en ninguna de las dosis, superaron los límites máximos permitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la FAO. Los residuos de los insecticidas (mg/kg), en las dosis mayores, fueron Diclorvos: 0,008, Malathion: 1,00, Cyflutrin: 1,37, Fenitrothion 2,20 y Pirimifos-metil 9,00. De Deltametrina no se recibieron los resultados de residuos de laboratorio, no obstante, la dosis mayor empleada de 0,5 mg/kg es inferior a la permitida por OMS y FAO.

## LITERATURA CITADA

1. CLEVES, L.D.; ALDANA, H.M. Evaluación de las pérdidas ocasionadas por *Sitophilus oryzae* L. en maíz, sorgo y arroz en condiciones controladas de almacenamiento. EN: ACOGRANOS, V. 3 No. 3, Bogotá, p. 10-19. 1987.
2. CHAMP, B.R.; RYLAND, G.J. The role of residual pesticides. IN: Stored product insect control. International Work Conference of Stored products research. Oxford, Pergamo Press, v. 13, No. 13, p. 99-101. 1977.
3. EGWATU, R.T. Current Status of conventional insecticides in the management of stored product insect pest in the tropics. Insect Science Application. v. 8, No. 4, 5 y 6. London, p. 695-701. 1987.
4. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) Codex maximum limits for pesticide residues. Rome, Codex Alimentarius Commission, sp. 1989.
5. FEDERACION NACIONAL DE CEREALISTAS (FENALCE). Hoja económica, Bogotá, FENALCE. 1983.
6. GUILLEN A, L.A. Evaluación de cuatro tratamientos utilizados para el control de gorgojo del maíz *Sitophilus zeamays*. San Pedro Zula (Honduras), 10 p. (Mecanografiado). 1985.
7. HEUSER S, G.B. Fumigant residues in food. Behavior and regulation. London, p. 478-487. 1990.
8. LAVAUR, E. DE. Traitement des cereales stockees. Les residues d'insecticides et leur interpretation toxicologique. Paris, p. 329-336. 1980.
9. MADRID, F.J.; SINHA, R.N. Feeding damage of three stored-products moths (Lepidoptera: Pyralidae) on wheat. IN: Journal of Economic Entomology. v. 75, No. 5. Maryland (USA), p. 1017-1020. 1982.
10. MANOJLOVIC, B. The influence of wheat and maize grain weight and number of larvae on the harmfulness, survival and fertility of the angoumois grain moth (*Sitotroga cerealella*) (Lepidoptera: Gelechiidae): IN: Wheat, barley and triticale abstracts. CIMMYT. México, v.6 No. 1, 1989.
11. MORA M.H. Problemática entomológica de productos agropecuarios almacenados. Seminario: Programa de Estudios para Graduados PEG. Universidad Nacional de Colombia-ICA. Bogotá, p. 56 (Mecanografiado). 1978.
12. PEREIRA DOS SANTOS, J. Combate de pragas de graos armazenados. IX Curso Internacional de armazenamento. Sete Lagoas, Brasil, p. 24 (Mecanografiado). 1990.
13. SAMSON, P.R.; PARKER, R.J.; JONES, A.L. Laboratory studies on protectants for control of *Sitophilus oryzae* and *Rhizopertha dominica* in paddy rice. IN: Stored products researchs. London, Pergamo Press, v. 25 No. 1, 1989. p. 39-48. 1989.
14. STEEL, R.; TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw Hill, 633 p. 1980.
15. TROCHEZ, A. Pérdida de trigo almacenado por alimentación de *Sitophilus oryzae* y reconocimiento de plagas que atacan productos almacenados en el Valle del Cauca. Tesis para Magister Science Universidad Nacional de Colombia - Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 106 p. 1977.