

**RESIDUALIDAD DEL PIRIMIFOS-METIL, PERMETRINA Y MALATHION
EN SUPERFICIES DE LAMINA Y MADERA EN EL CONTROL DEL
COMPLEJO *Sitophilus* spp. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE).**

Aguileo Lozoya Saldaña ¹
Luis A. Aguirre Uribe ²
Jaime A. Luis Jaúregui ³
Olga P. Ortiz Torres ⁴

RESUMEN

La persistencia, residualidad y toxicidad de pirimifos metil, permetrina y malathion en superficies de lámina y madera fueron evaluados para el control del complejo de *Sitophilus* sp. en pruebas de laboratorio.

Permetrina mostró mayor persistencia y residualidad, así mismo, fue con el que se obtuvo el mayor porcentaje de control en ambas superficies, seguida por el pirimifos metil y el malathion, con mortalidad de adultos del 86.92, 84.1 y 74.28% respectivamente.

INTRODUCCION

Las pérdidas ocasionadas en los almacenes de granos alimenticios son debido principalmente a las infestaciones producidas por diversos insectos. Actualmente se depende en gran medida del uso de los insecticidas para el control de estas plagas, aunque son pocas las alternativas que existen para ello.

1. Ing. M.C. y 2 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Parasitología. Div. Agronomía.
UAAAAN.

3 y 4 Tesistas

Los tratamientos de los almacenes y bodegas con insecticidas de contacto, es una práctica de manejo a menudo recomendada para proporcionarle al grano una mayor protección contra el ataque de insectos.

La protección proporcionada por un insecticida, depende en gran parte del tipo de superficie en la cual éste sea aplicado, por lo que la persistencia y toxicidad es atribuida a esto, puesto que la mayoría de los graneros son construidos de metal, madera, concreto, arcilla y mampostería, o por la combinación de estos materiales (Watters, 1976; Mensah y Watters, 1979; Mensah, et. al. 1979).

El insecticida tradicional para el control de las plagas de los granos almacenados ha sido el malathion, aunque este compuesto pierde su efectividad en condiciones de alta alcalinidad o elevada humedad del grano, creando con esto, insectos resistentes, motivo por el cual se dislumbra la necesidad de encontrar otros productos que sustituyan al malathion para el control de insectos (Martin y Worthing, 1977; Qi y Burkholder, 1981).

El objetivo de esta investigación fue realizar una evaluación de la toxicidad, residualidad y persistencia en dos tipos comunes de materiales de construcción, lámina y madera (posibles de ser utilizados en la edificación de almacenes y bodegas en México), de los insecticidas pirimifos metil, permetrina y malathion, para el control del complejo *Sitophilus* spp. (Coleoptera: Curculionidae).

REVISION DE LITERATURA

Combate Químico de *Sitophilus* spp.

Para el control de *Sitophilus* spp. y otros insectos de granos almacenados, se han utilizado diversas técnicas dependiendo del uso posterior del grano; debido a esto, las prácticas más comunes han sido las aplicaciones de insecticidas, radiaciones, los reguladores de crecimiento de los insectos y, por último, la utilización de los extractos de las plantas (Kadoum y LaHue, 1974).

Harein y Gundu-Rao (1972), y McGavghey (1972), en sus estudios compararon la efectividad de los insecticidas gardona, diclorvos y una mezcla de ambos. Los primeros autores evaluaron los productos en trigo almacenado, y obtuvieron resultados satisfactorios en la mortalidad de adultos de *S. granarius* por 20 días de exposición a 15 ppm de gardona; observaron que a dosis de 8 a 10 ppm se reducía significativamente la reproducción. Las aplicaciones de 2 ppm de diclorvos también mostraron resultados efectivos en la mortalidad, e inhibió la reproducción a dosis de 4 ppm, y en la utilización de la mezcla fue eficiente hasta un 98% de mortalidad.

El segundo autor en mención, utilizando los mismos compuestos a dosis de 20 y 10 ppm, y una mezcla de ambos de 20:10 ppm respectivamente, los evaluó en arroz contra *S. oryzae*. Los resultados mostraron que la persistencia fue de 6, 3 y 12 meses, respectivamente.

Posteriormente Harein y Schesser (1975), utilizaron la mezcla gardona-avapona, la cual aplicaron a tres diferentes dosis (0.95, 1.89, 3.78 lt/carro) en vagones de ferrocarril que contenían trigo. Infestándolo con el picudo de los graneros, por períodos de 1, 4, 8, 24 y 48 horas después del tratamiento, se tuvo del 80 al 95% de mortalidad con la dosis de 3.78 lt, mientras que las otras dos dosis se degradaron rápidamente por efecto del aire.

Por otra parte, LaHue y Dicke (1971), evaluaron la persistencia del compuesto foxin en los granos de trigo, maíz y sorgo. Este insecticida, a razón de 5 ppm, fue más efectivo que las dosis estandar de 10 ppm del malathion, proporcionando una protección de los granos hasta de 10 meses. De similar forma Cogburn (1974), con 11 gr del mismo compuesto en pilas de arroz, obtuvo resultados satisfactorios en la mortalidad del picudo del arroz hasta del 95% en la mortalidad por un período de 15 días después de la exposición, y concluyó que la supervivencia fue debido a la concentración de oxígeno y a la edad de los picudos.

Las evaluaciones de la efectividad en la mortalidad y el grado de penetración en la semilla de soya del compuesto foxin, mostraron tener resultados alentadores cuando se aplicaron 90 tabletas del insecticida a 500 kg de grano, las que fueron necesarias para proporcionar el 90% de mortalidad del picudo hasta del 50% en el grano de la soya (McGregor, 1974).

Malathión contra Plagas de Granos Almacenados

El malathion ha sido el insecticida más ampliamente usado para el control de las plagas de granos almacenados, como son: el gorgojo o picudo del género *Sitophilus*; al gorgojo aserrado, *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Curculionidae); gorgojo confuso de la harina, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae); gorgojo rojo de la harina, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae); el barrenillo de los granos pequeños, *Rhyzopertha dominica*, (Coleoptera: Bostrichidae); además, este producto se ha mostrado activo contra lepidópteros que atacan a granos almacenados (Martín y Worthing, 1977; Madrid, et. al. 1983).

La residualidad del malathion varía según sea su aplicación en grano, o cuando se tratan directamente las paredes de los almacenes. Watters y Mensah (1979), indicaron una residualidad de 6 meses al aplicar este producto en trigo en dosis de 8 a 12 ppm. El efecto residual de un insecticida, y en este caso el malathion, varía grandemente por el tipo de superficie de la bodega o almacén. Girish, et. al. (1970); Wilkin, et. al. (1973); Ardley y Stika, 1977); Taeithong y Watters, (1978); Abdel y Kader, et. al. (1980), han demostrado la ineffectividad del malathion cuando se aplica en superficies de concreto después de un período de 6 meses, incrementándose rápidamente la degradación cuando este material está fresco.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo en la cámara bioclimática del laboratorio de cría y reproducción de insectos del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Para iniciar el estudio se procedió a fraccionarlo en dos fases: la primera de ellas consistió en el incremento de la colonia de *Sitophilus spp.*, y posteriormente la depuración y reproducción de la misma, esta fase se realizó del mes de octubre de 1985 al mes de mayo de 1986.

Los materiales de construcción utilizados en la investigación fueron lámina y madera. La segunda fase del trabajo consistió en la preparación de estos materiales, a los cuales se les tomó el pH, el cual inicialmente era alcalino (pH 8), pero se procedió a estabilizarlo mediante una solución de agua y ácido acético.

Se sumergieron cada uno de los materiales por espacio de 30 minutos, tiempo necesario para obtener un pH neutro (pH 7), para evitar que existiera una rápida degradación de los insecticidas al aplicarlos a las superficies alcalinas (Martín y Worthing, 1977); finalmente, se procedió a lavarlos con agua para quitarles los residuos de ácido existente.

La investigación consistió en cuatro tratamientos, dos insecticidas organofosforados, un piretroide y el testigo (Cuadro 1); las dosis utilizadas fueron comerciales, y los materiales de construcción se prepararon en superficies de 400 cm² (20 x 20 cm).

Cuadro 1. Dosis comerciales de cuatro tratamientos utilizados en las superficies de lámina y madera para el control del complejo *Sitophilus spp.* Buenavista, Saltillo, Coah., 1986.

Tratamiento	Dosis comerciales para 400 cm ²
* malathion (Malathion) C.E. 50%	2.00 ml i.a./20 ml agua
** pirimifos metil (Actellic) C.E. 43%	0.78 ml i.a./20 ml agua
** permetrina (Ambush) C.E. 34%	0.58 ml i.a./20 ml. agua
Testigo (agua)	20.00 ml de agua

Fuentes: * D.G.S.V., (1980); ** I.C.I., (s/f).

La realización de esta segunda fase abarcó del mes de enero al mes de mayo de 1986. En las primeras semanas de enero se procedió a las aplicaciones de los cuatro tratamientos en ambas superficies, para lo cual se utilizó un rociador comercial a las dosis señaladas en el Cuadro 1; se dejó transcurrir un tiempo libre de 24 y 48 horas antes de la primera exposición de los insectos a cada material tratado.

Las exposiciones consistieron en que, una vez que se dejó transcurrir el tiempo libre a la exposición, se pusieron en contacto con las superficies 25 adultos de *Sitophilus* spp. por 24 horas, después de haber transcurrido las 24 y 48 horas desde la aplicación. Se obtuvieron tiempos desde la aplicación del tratamiento hasta el conteo de mortalidad para observar la residualidad del producto de 2 (48 horas) y 3 días (72 horas) respectivamente. Posteriormente, a las superficies, se dejó que transcurrieran 6, 13, 27, 55 y 111 días desde que se hizo la aplicación de los tratamientos para introducir por 24 horas los 25 insectos, y obtener la mortalidad desde el inicio de los tratamientos hasta el término de éstos, a los 7, 14, 28, 56 y 112 días, respectivamente.

Cada tratamiento consistió de cuatro repeticiones en las que se colocaron 25 adultos de *Sitophilus* spp. de tres a cinco semanas de edad, los que posteriormente se cubrieron con envases pequeños de plástico transparente (8 cm de diámetro y 6 cm de altura) adaptados con un espacio de ventilación (tela organdi) para evitar la mortalidad por asfixia; luego se procedió a colocarlos al azar en las estanterías bajo condiciones de temperatura y humedad controlada (aproximadamente a 22°C de temperatura y 50% de humedad relativa).

Se tomó como insecto muerto, al que no respondía al calor emitido por una lámpara de 40 watts por espacio de 10 minutos.

Los resultados fueron evaluados a través de un análisis de varianza factorial, con un diseño experimental completamente al azar con igual número de repeticiones (4) por tratamiento, utilizándose para la interpretación de este análisis la prueba de rango múltiple de Duncan, con nivel de significancia de 0.01% para cada factor analizado (tratamiento, superficie y tiempo libre a la exposición).

Este trabajo estadístico fue realizado por el Departamento de Estadística y Cálculo de la misma Universidad, a través de la computadora digital PDP 11/34, programada para análisis estadísticos completamente al azar y pruebas de rango múltiple de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la mortalidad de los adultos por productos se tomaron de la exposición de éstos a las superficies de madera y lámina, a las cuales se les realizaron un análisis de varianza. Estos se hicieron por separado para los cuatro tratamientos y para cada tipo de superficie, con el objeto de evaluar la toxicidad y la efectividad en la persistencia de los compuestos proporcionados por cada uno de los materiales.

Mortalidad de Adultos en Madera

En el conteo realizado a los 2 y 3 días después de aplicados los tratamientos (Cuadro 2), se observó que la mortalidad de adultos que proporcionaron los tres compuestos (malathion, permetrina y pirimifos-metil) se comportaron estadísticamente iguales, obteniendo el 100.00% de mortalidad en cada uno; en tanto que el testigo, fue el tratamiento que proporcionó la menor mortalidad y que estadísticamente fue diferente a los productos, siendo ésta del 10.50% y 6.50%, en las fechas respectivas.

A los 2 y 3 días la mortalidad esperada (100%) fue la que se presentó en los tres compuestos; es razonable pensar que ésta se alcanzó por el poco tiempo entre la aplicación y el conteo, así como también, que ésta iría variando según transcurriera la investigación.

En la exposición realizada a los 7 días post-tratamiento, se muestra que la mortalidad se comportó estadísticamente igual para los compuestos permetrina y pirimifos-metil, los que presentaron el 99.00% y 98.50% de mortalidad respectivamente; estos dos se comportaron estadísticamente diferentes del compuesto malathion, el cual mostró el 97.00% y, por último, el testigo que presentó el porcentaje más bajo, de 4.00% (cuadro 2).

En esta fecha se puede observar (cuadro 2) que el malathion empieza a tener menor efecto en los adultos de *Sitophilus spp.*, no obstante que el pirimifos metil presentó un 98.50% de mortalidad y el malathion un 97.00%, se puede pensar que la diferencia entre ambos compuestos es mínima (1.5%) y que no debería existir diferencias estadísticas.

Para la exposición a los 14 días después de suministrados los tratamientos a la superficie de madera, se puede apreciar que todos los tratamientos se comportaron estadísticamente diferentes, siendo el mejor compuesto la permetrina, ya que en éste obtuvo el 94.0% de mortalidad, seguido en eficacia por el pirimifos-metil, el que presentó el 92.0%, en tanto que el compuesto que presentó la menor mortalidad de éstos fue el malathion con el 89.5% de mortalidad. La mortalidad que mostró el testigo fue de 2.5%, que se considera relativamente baja, (cuadro 2).

En el mismo cuadro se observa que a los 28 días post- tratamiento, la permetrina sigue presentando una mayor mortalidad en comparación con el pirimifos-metil y el malathion, o sea que estos 3 tratamientos siguen comportándose estadísticamente diferentes, teniendo el 86.5%, 80.0% y 72.5%, respectivamente en cada compuesto. El porcentaje de mortalidad para el testigo fue de 1.5%. Como se puede observar, la mayor mortalidad hasta la exposición ha sido proporcionada por la permetrina, la que ha establecido tener mayor persistencia en esta superficie. Se observa que existe una diferencia entre el primer y tercer tratamiento hasta de un 14.0%, debido a lo cual la permetrina presenta una menor degradación en esta superficie.

Observando el cuadro 2, se tiene que para la exposición realizada a los 56 días, el tratamiento de permetrina obtuvo el mayor porcentaje de insectos muertos, que fue de 78.50%, comportándose estadísticamente diferente a los demás tratamientos y que en forma decreciente le siguieron los tratamientos de pirimifos metil y malathion con el 76.0% y 50.5% respectivamente, presentando este último una diferencia del 28% en relación a la permetrina.

Por último, el testigo mostró el 1.0% de mortalidad, porcentaje bajo en comparación con los obtenidos de los compuestos.

Finalmente, para la exposición realizada a los 112 días (cuadro 2), se observa que el tratamiento de permetrina sigue mostrando mayor mortalidad de insectos que los demás tratamientos, siendo esta mortalidad del 63.0%, en tanto que los compuestos pirimifos metil y malathion presentan el 58.50% y 21.50% en cada uno, comportándose estos tres compuestos estadísticamente diferentes. El testigo tuvo 1.0% de mortalidad, por lo que esta mortalidad a partir de la fecha de los 28 días se considera que sea a causa del manejo de los insectos al momento de ser colocados en las superficies tratadas, debido a que a esta fecha no existía un factor que influyera en la mortalidad de los insectos, como lo es la humedad que estuviera presente en la superficie.

Los resultados anteriores son graficados en la figura 1, en la que se puede observar, en un panorama general, la diferencia bien marcada entre el testigo

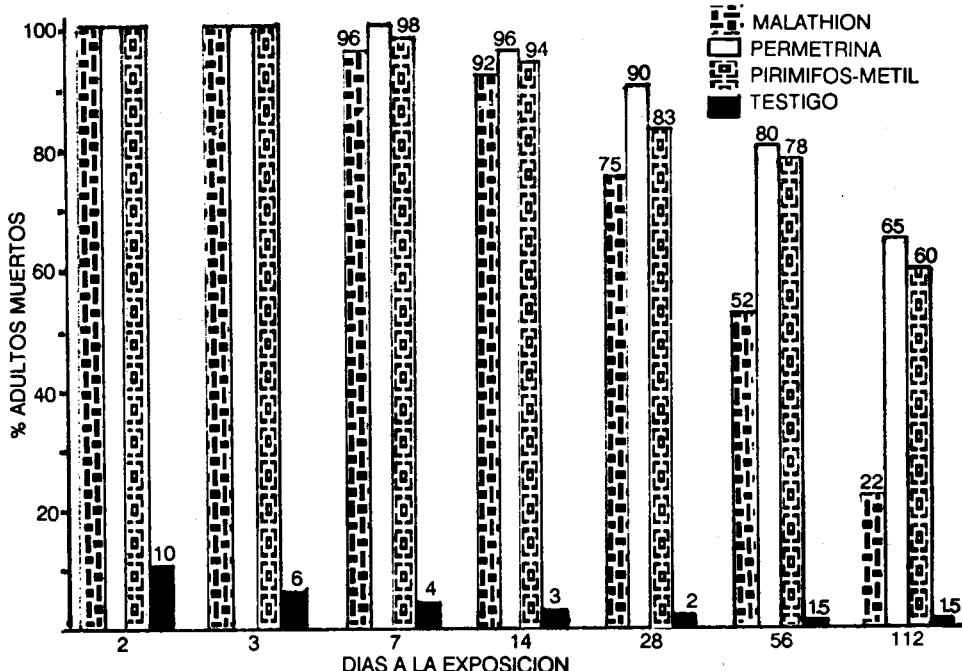


Figura 1. Adultos muertos de *Sitophilus* spp. por exposición de cuatro tratamientos aplicados a la superficie de madera. Porcentaje de cuatro repeticiones por tratamiento 25 adultos por repetición.

go y los tres tratamientos restantes en todas las fechas de exposición, en la misma figura se tiene que en las dos primeras fechas (2 y 3 días) los tres compuestos obtuvieron los mismos resultados pero éstos se fueron diversificando según transcurría el tiempo, y que a partir de los 28 días la diferencia se marcó más entre el malathion y la permetrina.

Mortalidad de Adultos en Lámina

En la aplicación efectuada de los tres compuestos a la superficie de lámina, se observa (cuadro 3) que a los 2 y 3 días después de la aplicación, la mortalidad presentada por los tres compuestos (malathion, pirimifos-metil y permetrina) fue igual estadísticamente, no mostrando diferencia significativa, ya que todos tuvieron un 100% de mortalidad, y el testigo presentó solamente el 9.50% y 5.50% de mortalidad para las dos fechas, comportándose estadísticamente diferente a la de los tres compuestos.

Esta misma situación se presentó en la superficie de madera, donde los tres compuestos son estadísticamente iguales entre sí, y diferentes en su conjunto al testigo; nuevamente se puede pensar que los compuestos alcanzan el 100% de mortalidad, porque los productos no se degradan en ambas superficies (madera y lámina) en tan corto espacio de tiempo.

En la exposición a los 7 días después de aplicados los tratamientos, se observa que el compuesto que proporcionó la mayor mortalidad en la superficie de lámina fue la permetrina, mostrando el 94% y comportándose estadísticamente diferente a los tratamientos de pirimifos-metil y malathion, los cuales presentaron el 92.50% y 91.50% respectivamente. El testigo continuó comportándose estadísticamente diferente, mostrando solamente el 2.50% (cuadro 3). Como se puede observar, a esta fecha se empieza a notar como los productos presentan diferentes grados de persistencia en esta superficie, siendo la permetrina el que presenta una mayor persistencia.

La exposición a los 14 días post-tratamiento, la mortalidad que mostró la permetrina fue del 90%, siendo estadísticamente diferente a la mostrada por los compuestos pirimifos-metil y malathion, las cuales fueron del 86.50% y 84.00% en cada caso, siendo éstas estadísticamente diferentes entre sí; el testigo mostró solamente el 1.5%. Cabe señalar que en comparación con la mortalidad proporcionada en la superficie de madera, a esta misma fecha de exposición, se tiene que los productos son menos persistentes en la superficie de lámina, debido a que es una estructura más compacta, y en la madera existe una mayor penetración de los productos.

A los 14 días en madera y lámina, es la permetrina el compuesto de mayor mortalidad (94.00% y 90.00% respectivamente), es estadísticamente diferente a otros compuestos en ambas superficies. El pirimifos-metil en madera y lámina obtuvo un 92.00% y 86.50% de mortalidad respectivamente, y es es-

Cuadro 2. Mortalidad de adultos de *Sitophilus spp.* obtenida en cuatro tratamientos aplicados en madera y 7 tiempos de exposición. Promedios y porcentaje de los dos tiempos libres a la exposición (1 y 2 días). 25 adultos por repetición. Buenavista, Saltillo, Coah., 1986.

Tratamientos	DÍAS					112
	2	3	7	14	28	
Malathion	100.00 a	100.00 a	97.00 b	89.50 c	72.50 c	50.50 c
Permetrina	100.00 a	100.00 a	99.00 a	94.00 a	86.50 a	78.50 a
Pirimifos-metil	100.00 a	100.00 a	98.50 a	92.00 b	80.00 b	76.00 b
Testigo	10.50 b	6.50 b	4.00 c	2.50 d	1.50 d	1.00 d
C.V. = 0.51%	= 0.32%	= 0.72%	= 1.34%	= 1.88%	= 2.41%	= 2.72%

Cuadro 3. Mortalidad de adultos de *Sitophilus spp.* obtenida en cuatro tratamientos aplicados en lámina y 7 tiempos de exposición. Promedios y porcentaje de los dos tiempos libres a la exposición (1 y 2 días). 25 adultos por repetición, Buenavista, Saltillo, Coah., 1986.

Tratamientos	DÍAS					112
	2	3	7	14	28	
Malathion	100.00 a	100.00 a	91.50 c	84.00 c	67.00 c	49.00 c
Permetrina	100.00 a	100.00 a	94.00 a	90.00 a	81.00 a	73.50 a
Pirimifos metil	100.00 a	100.00 a	92.50 b	86.50 b	72.50 b	66.50 b
Testigo	9.50 b	5.50 b	2.50 d	1.50 d	1.50 d	1.00 d
C.V. = 0.99%	= 0.32%	= 1.35%	= 2.10%	= 1.87%	= 2.58%	= 4.12%

tadísticamente diferente a la permetrina y al malathion. Este último compuesto en madera obtuvo un 89.50% de mortalidad y en lámina un 84.00%, y estadísticamente es diferente a los otros dos compuestos anteriores.

En la exposición realizada a los 28 días post-tratamiento, se observó que la mortalidad más alta fue la proporcionada por la permetrina nuevamente, que es de 81.00% y supera hasta en 14.00% al compuesto malathion, siendo este compuesto el que presentó el porcentaje más bajo, con un 67.00% de mortalidad. El pirimifos-metil obtuvo el 72.50% de mortalidad y el testigo, el 1.50%, comportándose todos los tratamientos estadísticamente diferentes entre sí. Como se puede observar en el cuadro 3, la permetrina a partir de la exposición de los 7 días hasta la fecha de 28 días mostró una mayor persistencia, no siendo lo mismo para los demás tratamientos.

En la mortalidad que se observó en la exposición realizada a los 56 días, los compuestos se comportaron estadísticamente diferentes entre sí, presentando la permetrina el 73.50% de mortalidad, seguida por el pirimifos-metil con un 66.50% y el malathion con 49.00%. Por último, el testigo solamente mostró el 1.0%, el malathion presentó una diferencia de 24.50% menor que la presentada por la permetrina, mostrando por lo tanto, una mayor pérdida de efectividad en este material.

Por último, a los 112 días post-tratamiento, los tres compuestos continuaron mostrándose estadísticamente diferentes, es así que la permetrina continuó mostrando el porcentaje más alto o sea el 57.50%, seguido por el pirimifos-metil con 54.50% y el malathion con el 17.50%, el cual presenta una diferencia del 40.00% de mortalidad con respecto al primero, por su parte el testigo continuó mostrando el 1.00% de mortalidad, la cual se manifestó desde la exposición realizada a los 14 días, debido probablemente al manejo con que se llevaron a cabo las exposiciones en la superficie tratada, ya que para este tiempo ya no existía el factor antes mencionado (humedad) que ocasionara la muerte de los insectos.

Resumiendo, se puede decir que el compuesto que proporcionó mayor protección fue el compuesto permetrina que presentó el promedio más alto de mortalidad de adultos en todas las exposiciones realizadas en las dos superficies, y mostró un promedio general entre las dos del 86.89%, existiendo siempre una diferencia significativa con los demás tratamientos. Por tanto, este compuesto es considerado como el más persistente en ambas superficies, ejerciendo de esta manera un mejor control de estos insectos. Los resultados se grafican en la Figura 2.

Es importante señalar como los coeficientes de variación son bajos tanto en madera como en lámina, y muestran en promedio el 1.41% y 1.90%, respectivamente; cabe hacer mención que los resultados de toda esta investigación no sufrieron transformaciones en la mortalidad. Estos resultados en relación al coeficiente de variación poseen una confiabilidad bastante aceptable.

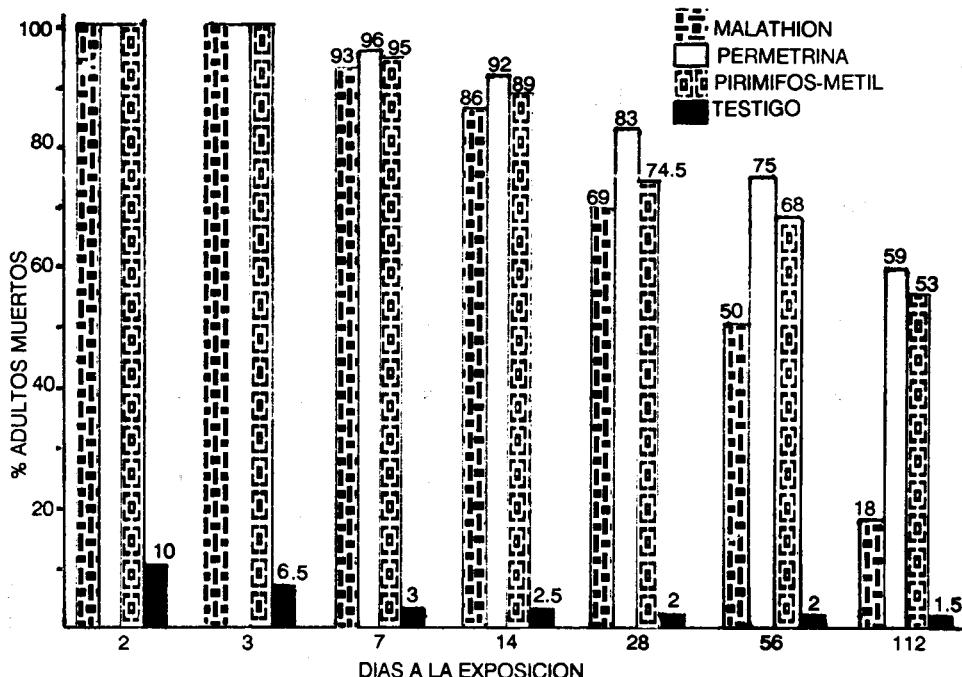


Figura 2. Adultos de *Sithophilus* spp. por exposición de cuatro tratamientos aplicados a la superficie de lámina. Porcentaje de cuatro repeticiones por tratamiento. 25 adultos por repetición.

CONCLUSIONES

1. El efecto residual de los compuestos permetrina, pirimifos-metil y malathion, depende de la composición química del insecticida, grupo toxicológico y del tipo de superficie donde se apliquen éstos.
2. El compuesto permetrina proporcionó en promedio el más alto porcentaje de mortalidad al término del estudio (86.92%) en las superficies de madera y lámina, en función de ser el compuesto de mayor persistencia y efecto residual.
3. La persistencia mostrada por el pirimifos-metil y el malathion fue diferente aun y cuando ambos insecticidas pertenecen al grupo de los organo-fosforados, obteniendo el 84.1% y 74.28% en la mortalidad de adultos.
4. La toxicidad y persistencia de los insecticidas utilizados en las aplicaciones o bodegas, es afectada por el tipo de superficie en la cual los productos son usados, así como por el tiempo que transcurre, en el que los insectos entren en contacto con el insecticida.

BIBLIOGRAFIA

- Abdel-Kader, M.H.K., G.R.B. Webster, S.R. Loschiavo and F.L. Watters. 1980. Low temperature degradation of malathion in stored wheat. Jour. Econ. Entomol. 73: 654-6.
- Ardley, J.H. and R. Sticka. 1977. The effectiveness of fenitrothion and malathion as grain protectant under bulk storage conditions in new South Wales, Australia. Jour. Stored Prod. Res. 13: 159- 68.
- Cogburn, R.R. 1974. Detia Ex-B. for phosphine fumigation in sacked milled rice. Ibid. 67: 436-8.
- Dirección General de Sanidad Vegetal. 1980. Principales plagas de los granos almacenados. México. SARH. Boletín Técnico, 74 p.
- Girish, G.K., R.K. Goyal and K. Krishnamurthy. 1970. Studies on stored grain pests and their control. I: Efficacy and residual toxicity of iodofenphos and malathion. Bull. Grain Technol. 8: 103-6.
- Harein, P.K. and H.R. Gundu-Rao. 1972. Dichlorvos and gardona as protectants for stored wheat against granary weevil *Sitophilus granarius*. Infestations in laboratory studies. Jour. Econ. Entomol. 65: 1402-6.
- Harein, P.K. and J.H. Schesser. 1975. A gardona-vapona mixture for control of stored product insects in railway boxcars. Ibid. 68: 113-8.
- I.C.I. s/f a. "Actellic" un insecticida de baja toxicidad para el control económico de las plagas insectiles importantes de los productos almacenados. Boletín Técnico. 10 p.
- _____ b. "Actellic" insecticida para uso agrícola y granos almacenados. Boletín Técnico. 12 p.
- _____ c. "Ambush" insecticida piretroide (permetrina). Boletín Técnico. 16 p.
- Kadoum, A.M. and D.W. LaHue. 1974. Penetration of malathion in stored corn, wheat and sorghum grain. Jour. Econ. Entomol. 67: 477-81.
- LaHue, D.W. and E.B. Dicke. 1971. Phoxin as an insect protectant for stored grain, Ibid 64: 1530-3.
- Madrid, F.G., N.D.G. White and R.N. Sinha. 1983. Effects of malathion dust on indian meal moth and almond moth infestation of stored wheat. Ibid 76: 1401-4.
- Martin, H. and C.E. Worthing. 1977. Pesticide manual. 5th ed. British Crop Protection Council. pp 220-5.
- McGauhey, W.H. 1972. Protectants for stored rough rice; Gardona, dichlorvos and gardona-dichlorvos mixture. Ibid. 65: 1694-7.

- McGregor, H.E. 1974. Soybeans; fumigation with phosphine. *Ibid* 67: 439-41.
- Mensah, G.W.K. and F.L. Watters. 1979. Uptake of bromophos into bulk stored wheat from treated granary surfaces. *Ibid*. 72: 275-80.
- Mensah, G.W.K., F.L. Watters and G.R.B. Webster. 1979. Translocation of malathion, bromophos and iodophenphos into stored grain from treated structural surfaces. *Ibid*. 72: 385-9.
- Qi, Y. and W.E. Burkholder. 1981. Protection of stored wheat from the granary weevil by vegetable oils. *Jour Econ. Entomol.* 74: 502-5.
- Taeithong S. and F.L. Watters. 1978. Persistence of three organophosphorus insecticides on plywood surfaces against five species of stored-product insect. *Ibid*. 71: 115-21.
- Watters, F.L. 1976. Persistence and uptake in wheat of malathion and bromophos applied on granary surfaces to control the red flour beetle. *Ibid* 69: 353-7.
- Watters, F.L. and G.W.K. Mensah. 1979. Stability of malathion applied on stored wheat for control of rusty grain beetles. *Ibid*. 72: 794-7.
- Willkin, D.R., S.C. Aggarwal and K.P. Thomas. 1973. Treatment of grain admixture of iodofenphos. *Pest Infest. Control Min. Agric. Fish and Food*. pp 110-1.