

# EVALUACIÓN DEL CONTROL DE *Dendroctonus mexicanus* MEDIANTE LA FUMIGACIÓN CON FOSFAMINA.

Villa Castillo Jaime \*

## RESUMEN.

De los insectos que atacan las diferentes especies de pino en México, el escarabajo descortezador *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, es considerado como la plaga principal por su distribución y los daños que causa. Para disminuir los perjuicios que ejerce la plaga, recientemente se propuso la fumigación de trozas infectadas usando la fosfamina, que se desprende como gas de tabletas de fosforo de aluminio.

Sin embargo, la carencia de elementos para decidir la dosis óptima, el límite de seguridad y datos afines del manejo de este pesticida, motivaron el desarrollo del presente trabajo con el objetivo de determinar los porcentajes de mortalidad en los estados maduros e inmaduros de *D. mexicanus* fumigados con fosfamina y las  $DL_{50}$  y  $DL_{95}$  así como el efecto del gas en los enemigos naturales.

El trabajo se realizó en junio de 1989 en bosques de *Pinus leiophylla* de la sierra del Tigre, municipio de Gómez Farías, en el estado de Jalisco.

El diseño experimental empleado fue en bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas; con cuatro dosis de fumigación, tres tiempos de exposición y cinco repeticiones.

Los resultados indicaron que las dosis de tres y cinco pastillas fueron las que mayor porcentaje lograron en la población de *D. mexicanus*. Las  $DL_{95}$  para los tiempos de exposición a 3, 5 y 7 días, fueron 158, 115 y 97 g de fosfamina/m<sup>3</sup> de madera, respectivamente.

En relación a la entomofauna benéfica, los resultados mostraron que cualquier dosis letal para la población plaga lo fue también para sus enemigos naturales.

**Palabras clave:** Escarabajo descortezador, Entomología Forestal, plagas forestales, control químico.

\* Biólogo. Investigador de la Red de Entomología del Campo Experimental Auxiliar Ciudad Guzmán. CIR-Pacífico Centro. INIFAP-SARH.

## ABSTRACT.

Of insects attacking various pine species in Mexico, the bark beetle *Dendroctonus mexicanus* Hopkins is thought to be the main pest given its distribution and the damages it causes. To reduce the damage of this pest, it was recently proposed to fumigate infested areas by using phosphamine derived as a gas from aluminum phosphide tablets.

However, the lack of elements to decide on the optimum dosis, safety limitations and the lack of data to manage this pesticide prompted this study to determine the mortality rates in mature and immature stages of *D. mexicanus* fumigated with phosphamine as well as the L D<sub>50</sub> and L D<sub>95</sub> doses and the effect of this gas on natural enemies.

The study was conducted in June, 1989 in *Pinus leiophylla* forests of El Tigre mountains in Gomez Farias, Jalisco.

The experimental design used was of random blocks arrayed in divided parcels with four fumigation doses, three exposure times and five repetitions.

The results showed that the three and five tablet doses had the highest rates with the *D. mexicanus* population. L D<sub>95</sub> for exposure times of 3, 5 and 7 days. was 158, 115, and 97 g of phosphamine per m<sup>3</sup> of wood, respectively.

As to the beneficial entomofauna, the results showed that every lethal dose for the pest population was also lethal for natural enemies.

Key words: Bark beetle, Forest Entomology, forest pests, chemical control.

## INTRODUCCIÓN.

De los insectos que atacan las diversas especies de pino en México, el escarabajo descortezador *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) es considerado como la plaga principal.

La distribución de este insecto es muy amplia ya que se presenta en la mayoría de las zonas forestales, provocando daños intensos en las regiones de clima templado.

El control de esta plaga ha sido tradicionalmente efectuado mediante cortas

fitosanitarias, donde el tratamiento de supresión se ha basado en el descortezado de los troncos infestados o en la aspersión del insecticida lindano.

Los altos costos de operación de ambos métodos impiden la atención oportuna de los brotes del descortezador, ya que con frecuencia los propietarios y poseedores del recurso forestal no están en condiciones de absorber dichos costos.

Uno de los métodos menos costosos de control de plagas es la aplicación de fumigantes; éste se ha experimentado bastante en la protección de granos almacenados, frutas y hortalizas<sup>1</sup>.

Recientemente algunas de estas experiencias fueron trasladadas a la protección forestal, llegando a implantarse un método de fumigación con fosforo de aluminio que ha sido utilizado en algunas regiones de los estados de Jalisco y Michoacán, entre otros.

## OBJETIVO.

La carencia de elementos para decidir dosis óptimas, límites de seguridad y datos afines al manejo de este pesticida, motivaron el desarrollo del presente trabajo con los siguientes objetivos:

- Determinar los porcentajes de mortalidad de los estados inmaduros y maduros de *Dendroctonus mexicanus*, fumigados con diferentes dosis de fosfamina en diferentes tiempos de exposición.
- Determinar las dosis letales media y efectiva de fosfamina en la población de *D. mexicanus*.
- Determinar la mortalidad de enemigos naturales por el efecto de la fosfamina.

## ANTECEDENTES.

Rodríguez Lara<sup>2</sup> asentó que la aplicación de insecticidas por aspersión para el control de poblaciones de escarabajos descortezadores es una práctica común en las regiones forestales de México.

<sup>1</sup> Monro, H. A. U. 1970. Manual de fumigación contra insectos.

<sup>2</sup> Rodríguez, L. R. 1982. Plagas forestales y su control en México.

El método de fumigación con pastillas de fosforo de aluminio contra *D. mexicanus* fue propuesto por García<sup>3</sup>, en un documento titulado "Método de control de poblaciones endoparásitas con polietileno y pastillas fumigantes", en el cual se describe el procedimiento de aplicación así como sus ventajas.

A raíz de este documento se plantearon diversas necesidades de investigación, teniéndose hasta el momento los resultados obtenidos por Ascencio y Serrato<sup>4</sup>, quienes indicaron que el fosforo de aluminio en exposiciones a 48 horas causó la muerte del 100% de escarabajos descortezadores en estados maduros e inmaduros con una dosis de 8 pastillas aplicadas en un apilamiento de 1.7 m<sup>3</sup> de madera en rollo.

Los mismos autores<sup>5</sup> en experimentos realizados con bromuro de metilo encontraron mortalidades superiores al 99% de larvas y adultos, aplicando dosis de 90, 120 y 150 g del producto en apilamientos de la misma dimensión que el arriba citado; en ambos casos se reporta una disminución de costos arriba del 60%, en relación con los métodos tradicionales.

Monro *op. cit.*, mencionó que con respecto a la fumigación con fosfamina los estudios han sido más amplios en el combate de insectos en cereales, harina y alimentos elaborados. El método se basa en el empleo de bolsitas, píldoras o tabletas que contienen fosforo de aluminio de las que se desprende la fosfamina por reacción con la humedad en el aire.

Quereshi<sup>6</sup> y colaboradores, señalaron que diversas investigaciones sobre fosfamina han demostrado que adultos del gorgojo de los graneros (*Sitophilus granarius*), mueren en un 80%, en exposiciones a 48 horas, con diferentes dosis de fumigación.

Sin embargo, Reynolds<sup>7</sup> y coautores, manifestaron que algunas fases preadultas son relativamente resistentes al fumigante y por lo tanto requieren de hasta 10 días de fumigación para alcanzar una mortalidad del 100%.

---

<sup>3</sup> García, D. J. 1986. Método de control de poblaciones endoparásitas con polietileno y pastillas fumigantes.

<sup>4</sup> Ascencio, C, V. E. y Serrato, B, B. E. 1989<sup>a</sup>. El fosforo de aluminio a exposición de 48 horas para el control de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en rodales de *Pinus pringlei* Shaw.

<sup>5</sup> Ascencio, C, V. E. y Serrato, B, B. E. 1989<sup>b</sup>. El bromuro de metilo para el control de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en rodales de *Pinus pringlei* Shaw.

<sup>6</sup> Quereshi, A. H. *et al.* 1965. "Toxicity of hydrogen phosphide to the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) and other insects", pp. 324-331.

<sup>7</sup> Reynolds, E. M. *et al.* 1967. "The effect on *Sitophilus granarius* (L.) of exposure to low concentrations of phosphine", pp. 177-186.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### Descripción del área de estudio.

El estudio se realizó en el paraje denominado "Camilo" y otros, del municipio de Gómez Farías, Jalisco.

La vegetación arbórea está compuesta por:

- *Pinus leiophylla*.
- *P. douglasiana*.
- Con algunos elementos de *Quercus* spp.

El clima es:

- C(W2) (W) b (e)

Que es el más lluvioso del grupo templado subhúmedo, con un gradiente térmico entre 13.4 °C y 20 °C; régimen de lluvias en verano, registrándose 1 135 mm anuales.

El verano es fresco y largo, la temperatura media del mes más cálido se encuentra entre 6.5 °C y 22 °C.

El suelo es un luvisol crómico<sup>8</sup>.

## METODOLOGÍA.

En el paraje mencionado se derribaron árboles de *Pinus leiophylla* plagados por el escarabajo descortezador.

Los árboles fueron elegidos considerando la mayor proporción de estados maduros e inmaduros del insecto presentes, en el hospedero en ese momento.

De estos árboles se obtuvieron trozas con las que se formaron doce apilamientos de 1 m<sup>3</sup> cada uno. Los apilamientos fueron cubiertos con polietileno transparente calibre 600, previa colocación de la dosis de pastillas fumigantes de fosfamina.

<sup>8</sup> Plan de Manejo Integral Forestal Atenquique. 1989. Estudios básicos.

El diseño experimental que se utilizó fue un bifactorial, con parcelas divididas en una distribución de bloques al azar, con los siguientes componentes:

- Factor A = 4 dosis de fumigación.
- Factor B = 3 tiempos de exposición; 5 repeticiones.

Las dosis de fumigante corresponden a 0, 1, 3 y 5 pastillas de fosforo de aluminio que es igual a 0, 20, 60 y 100 gramos de fosfamina respectivamente; en tanto que los tiempos de exposición fueron 3, 5 y 7 días.

Las repeticiones fueron 5 muestras de corteza de 20 x 20 cm, tomadas de trozas al azar en cada tratamiento.

Tales muestras se llevaron al laboratorio para el conteo de la mortalidad del insecto plaga en los estados y estadios presentes; haciendo lo correspondiente con los enemigos naturales.

Las pruebas de hipótesis se realizaron por medio de análisis de varianza.

Además se hicieron comparaciones de medias para separar tratamientos y análisis próbit para obtener la dosis letal media ( $D L_{50}$ ) y dosis letal efectiva ( $D L_{95}$ )<sup>9</sup>.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **Prueba de hipótesis.**

El diseño experimental fue probado mediante análisis de varianza, en donde la hipótesis nula es igual a cero, contra la hipótesis alternante diferente de cero.

Los resultados de la prueba de F, indican que las diferencias de los porcentajes de mortalidad de *D. mexicanus*, considerando juntos a todos los estados y estadios, son altamente significativas, de acuerdo con la diferencia en las dosis de fosfamina aplicadas; sin embargo, con respecto a los diferentes tiempos de exposición aplicados al fumigante, la diferencia en las varianzas no son significativas, ni tampoco en relación con la interacción dosis-tiempo .

TRATAMIENTOS	Fc	F
Dosis	59.590 **	5.95
Tiempo	2.370 NS	5.39
Interacción dosis x tiempo	0.185 NS	3.47

\*\*Altamente significativo  $p = 0.01$  NS = No significativo Coeficiente de variación = 4.97%

**Cuadro N° 1.** Significancia de porcentajes de mortalidad de *D. mexicanus* con 5 dosis de fumigante y 3 tiempos de exposición.

De las dosis estudiadas, incluyendo al testigo, la separación de medias que se muestra en el cuadro 2, indica que las dosis de 3 y 5 pastillas son las que mayor mortalidad causaron a la población de escarabajos descortezadores, con un promedio de 82% y 90%, respectivamente.

Aunque las diferencias entre los promedios de ambas dosis no son estadísticamente significativas, sí lo son en relación a los promedios de mortalidad causados por los tratamientos de una pastilla y el testigo.

CANTIDAD DE PASTILLAS	DOSIS (gr)	$\bar{X} + 1$	$\bar{X}$ % MORTALIDAD
0	0	1.07	15
1	20	1.27	61
3	60	1.35	82
5	100	1.38	90

**Cuadro N° 2.** Separación de medias por el método Duncan.



### **Sensibilidad relativa a la fosfamina.**

A pesar de que estadísticamente las dosis contenidas en 3 y 5 pastillas, causan en promedio mortalidades con diferencias no significativas, en cualesquiera de los 3 tiempos de exposición experimentados,

Se realizó un análisis de la sensibilidad relativa al fumigante por estados y estadios del insecto en forma independiente, como se muestra en las figuras 1, 2, 3, y 4, ya que las fases sucesivas de desarrollo de la especie presentan variaciones en la reacción al fumigante.

Por ejemplo, los índices de mortalidad alcanzados con las dosis de 3 pastillas en algunos estados larvales pueden disminuir en forma significativa en relación a los estados pupal o adulto.

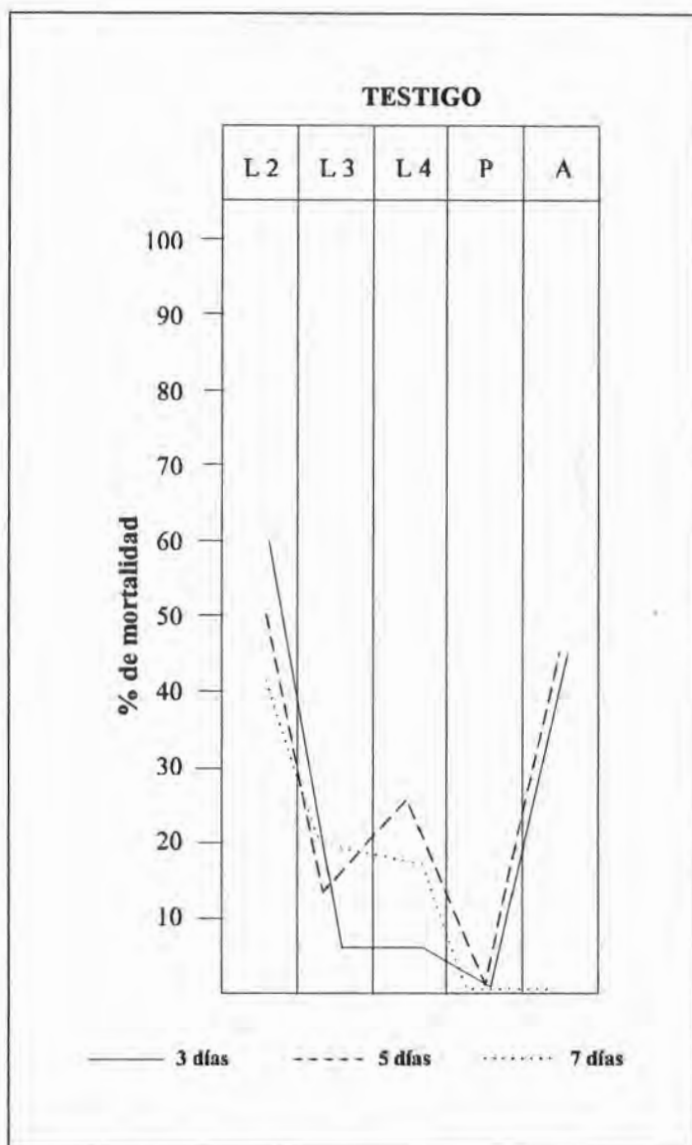
Lo anterior depende en gran medida de tiempo de exposición al fumigante y por lo tanto la efectividad a este nivel resulta considerablemente menor que la dosis de 5 pastillas.

En la figura 1 se observa la mayor mortalidad en el segundo y tercer estadio larvario; mientras que la mínima se presentó en la pupa; con un comportamiento similar en los tres tiempos de exposición.

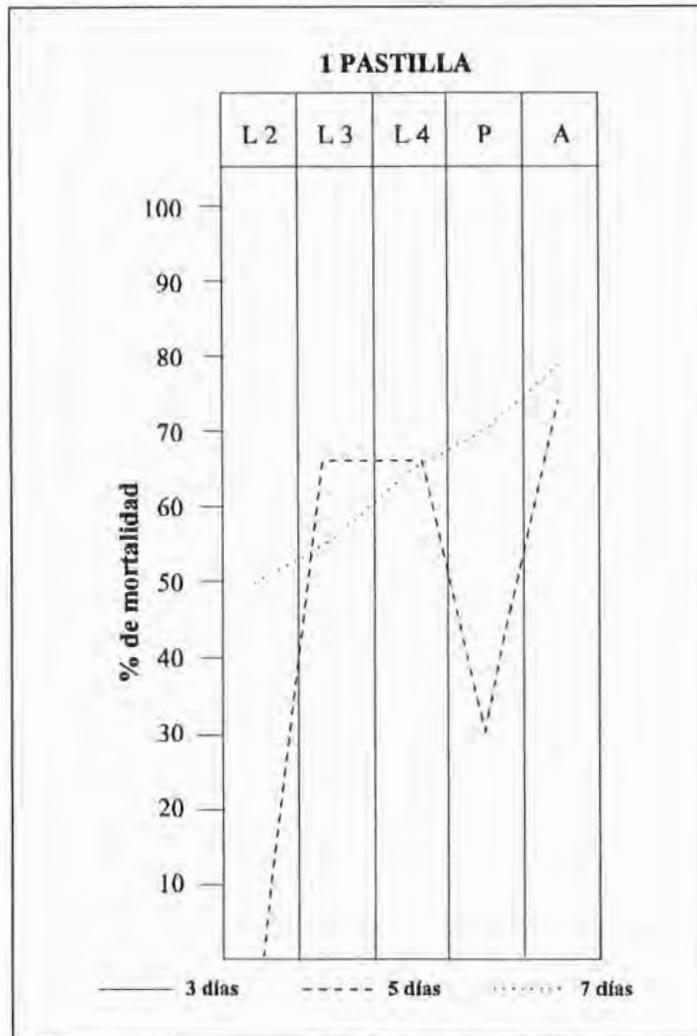
Dado que este tratamiento careció de fumigante, la secuencia de la figura es atribuida al incremento de la temperatura al usar el polietileno, el cual provoca un efecto de invernadero en las trozas.

En consecuencia, se presenta un mayor índice de mortalidad en larvas jóvenes, que son menos resistentes a los incrementos de la temperatura.





**Figura N° 1.** Sensibilidad relativa de algunas fases de desarrollo de *D. Mexicanus* en el tratamiento testigo, con la aplicación de 0 pastillas de fosfamina.



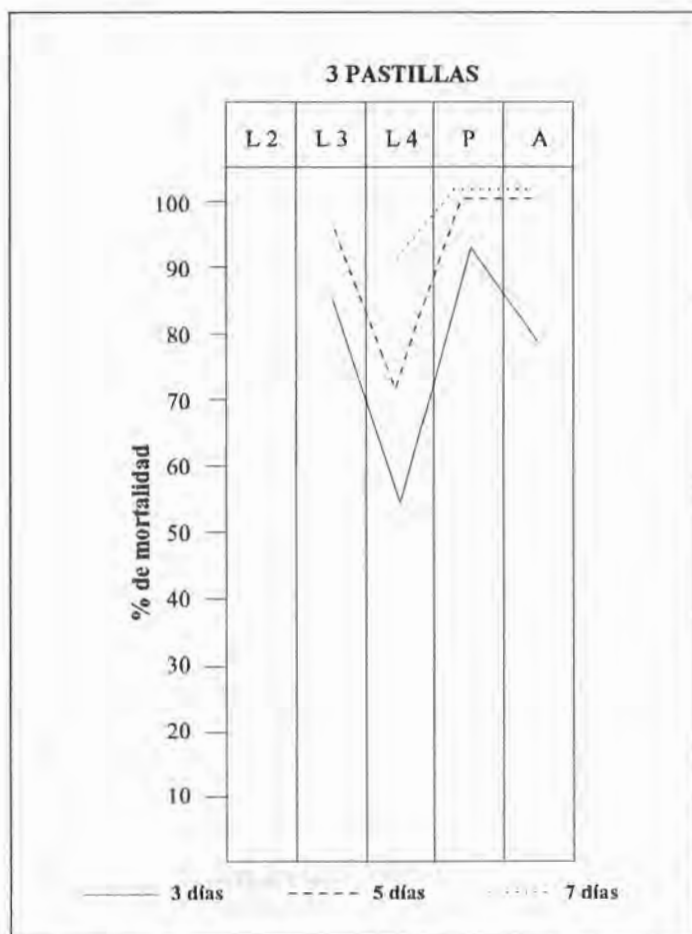
**Figura N° 2.** Sensibilidad relativa de algunas fases de desarrollo de *D. Mexicanus*, con la aplicación de 1 pastilla de fosfamina.

En la figura 2 se muestra el efecto de la fumigación con una pastilla, donde el porcentaje de mortalidad en exposición de 5 días se incrementa a 65% de larvas de segundo estadio a larvas de cuarto estadio.

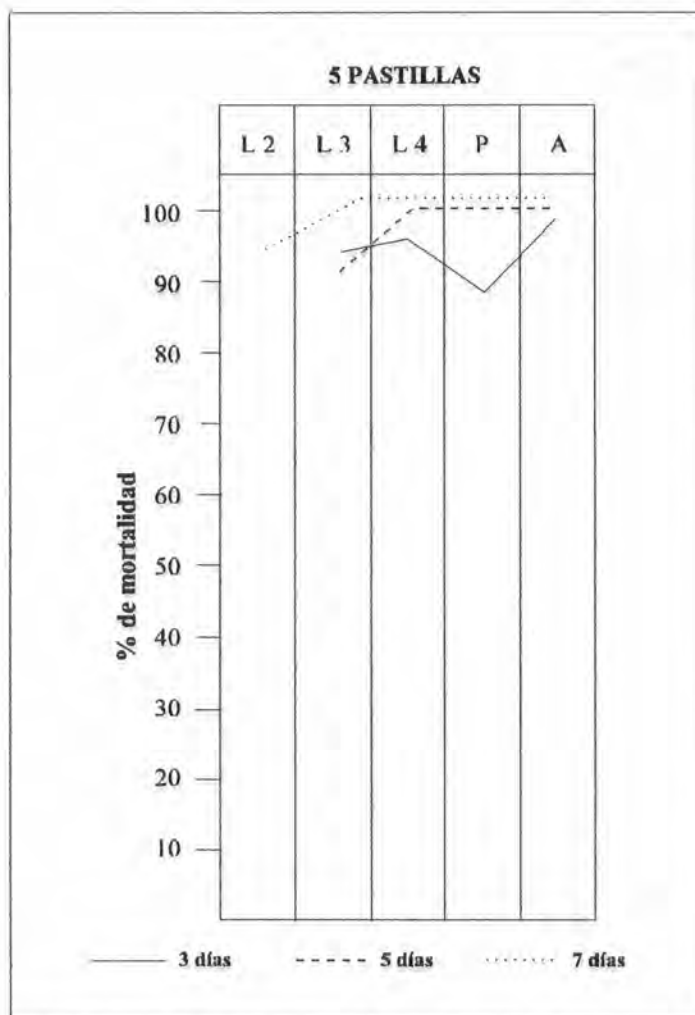
En esta misma exposición la respuesta del estado pupal al fumigante es de mayor resistencia con sólo 30% de mortalidad, a diferencia del adulto que alcanza 75% de mortalidad.

En exposición a 7 días, los 3 estados larvarios encontrados en las muestras presentaron mortalidades del 50% al 65%, incrementándose la mortalidad en la pupa y en el estado adulto.

Con respecto a la dosis de 3 pastillas (*vid.*, figura 3) la mortalidad en larvas de tercer estadio es significativamente mayor que en los dos tratamientos anteriores. Sin embargo, las larvas de cuarto estadio muestran menor sensibilidad al fumigante en exposiciones de 3 y 5 días, mientras que en exposición a 7 días se incrementa la sensibilidad de este estadio larval, así como de los estados de pupa y adulto con mortalidades del 90 al 100%.



**Figura N° 3.** Sensibilidad relativa de algunas fases de desarrollo de *D. mexicanus*, con la aplicación de 3 pastillas de fosfamina.



**Figura N° 4.** Sensibilidad relativa de algunas fases de desarrollo de *D. mexicanus*, con la aplicación de 5 pastillas de fosfamina.

En la figura 4 se muestra la sensibilidad del insecto al aplicarle 5 pastillas en exposición durante 3 días. En este caso la tasa de mortalidad es alta (95%), en todos los estadios larvarios encontrados, sin embargo, la pupa muestra un poco de resistencia al fumigante, con 90% de mortalidad; alcanzando el estado adulto el 100%.

Con respecto a la exposición de 5 días la mortalidad de larvas fue del 95% al 100% en los estados de pupa y adulto.

A su vez, la exposición más larga en esta misma dosis (7 días), resultó ser la que mejor efecto tiene en la mortalidad de los diferentes estados y estadios del insecto encontrados.

Ya que larvas de segundo, tercero y cuarto estadio mueren en índices del 98%, al 100% y los estados de pupa y de adulto alcanzan igualmente una mortalidad del 100%.

### Análisis próbit.

Dado que la sensibilidad relativa de los estados maduros e inmaduros del insecto plaga, tiene respuestas diferentes a dosis y tiempos de exposición determinados, se realizó un análisis próbit para el total de los estados y estadios del insecto en los 3 diferentes tiempos de exposición, de donde se obtuvieron las  $D L_{50}$  y  $D L_{95}$ .

El análisis de regresión lineal para exposición a 3 días aportó la siguiente ecuación:

$$Y = - 0.79 + 1.76 X$$

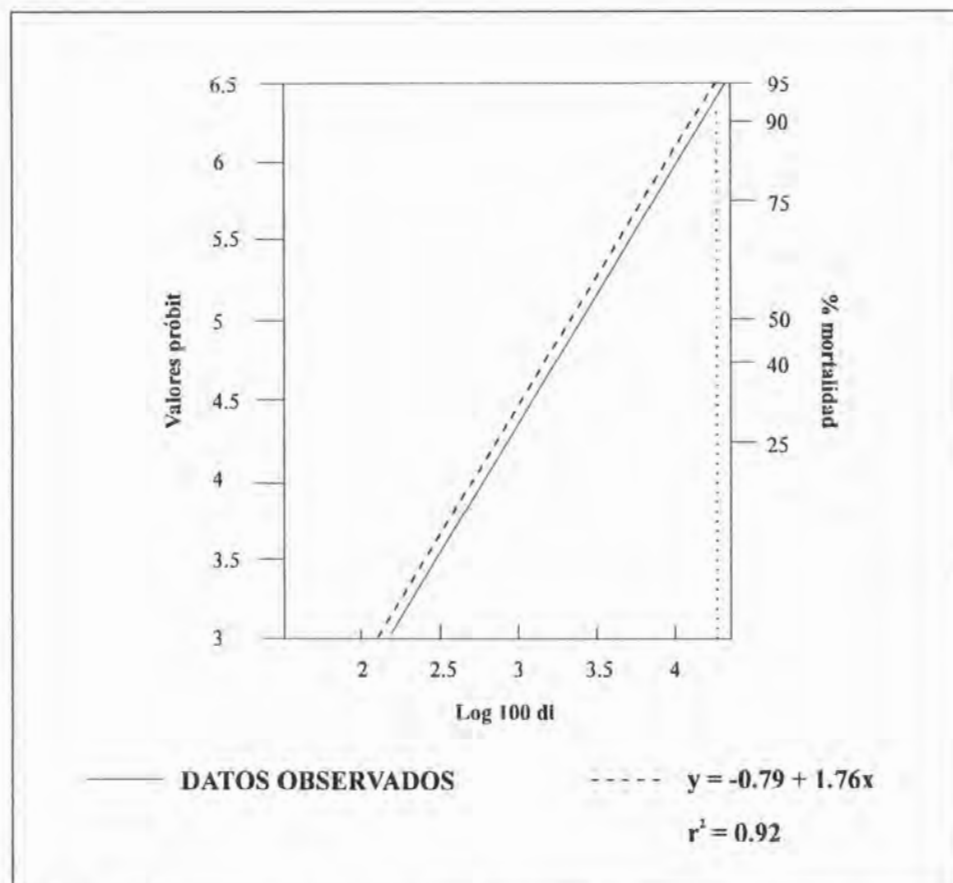
de donde se obtuvo la  $D L_{50}$  de acuerdo a la ecuación:

$$m = \frac{Y^* - a}{b} = \frac{5 - (-0.79)}{1.76} = 3.289$$

$$D L_{50} = \frac{1}{100} \text{ Antilog } (3.28) = 19.48 \text{ gramos}$$

Con respecto a la  $D L_{95}$ , ésta se obtuvo por interpolación de la línea próbit que se indica en la figura 5, la cual da un valor de :

$$D L_{95} = \frac{1}{100} \text{ Antilog } (4.19) \quad D L_{95} = 158 \text{ gramos}$$



**Figura N° 5.** Líneas próbit de valores observados y recta de regresión de valores estimados en exposición a 3 días.

De acuerdo con estos resultados, la cantidad necesaria de fosfamina para suprimir cuando menos 95% de los individuos presentes en 1 m<sup>3</sup> de madera en exposición a tres días, es de 158 gramos, que equivale a 7 pastillas, aproximadamente.

En relación al análisis próbit en exposición a 5 días, los datos utilizados se muestran en el cuadro 3 (*vid., infra*), donde se obtuvo la ecuación de regresión:

$$Y = -152 + 2 X$$

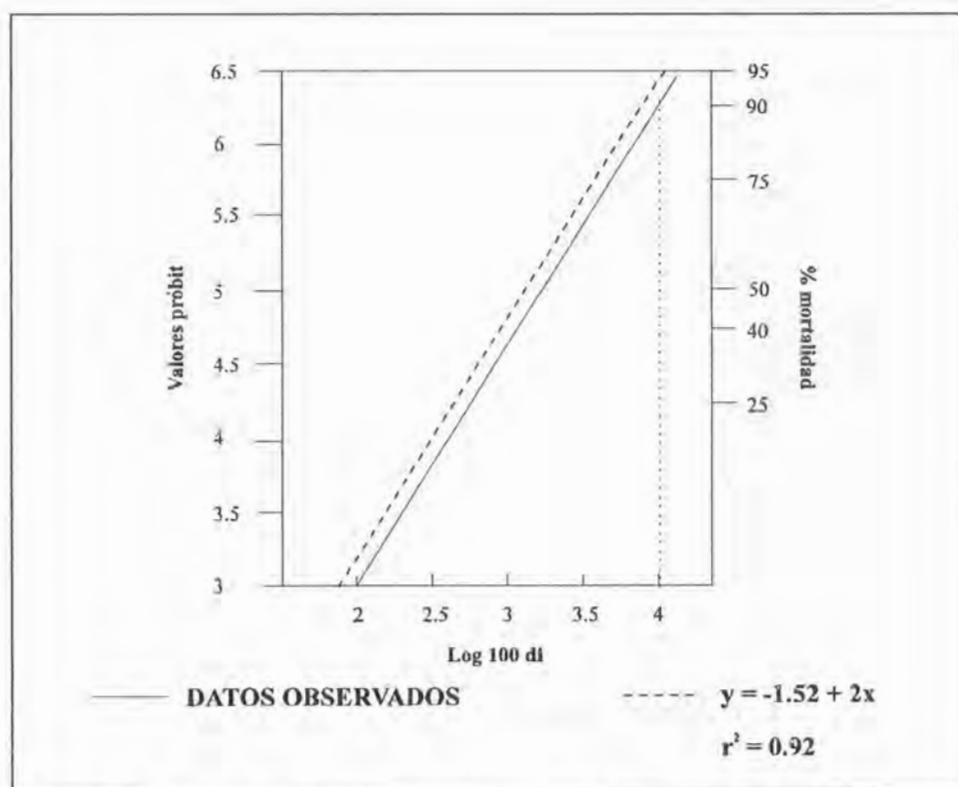
de la que a su vez se obtuvo la  $D L_{50}$ :

$$m = \frac{Y^* - a}{b} = \frac{5 - (1.52)}{2} = 3.26$$

$$D L_{50} = \frac{1}{100} \text{ Antilog } (3.26) = 18.19 \text{ gramos}$$

La  $D L_{95}$  estimada a partir de la recta de regresión alcanza un valor de:

$$D L_{95} = \frac{1}{100} \text{ Antilog } (4.06) = 115 \text{ gramos}$$



**Figura N° 6.** Líneas próbit de valores observados y recta de regresión de valores estimados en exposición a 5 días.



De los resultados obtenidos en la figura 6 se desprende que para suprimir 90% de la población de descortezadores, exponiéndolos cinco días a la fosfamina, se requiere una dosis de 115 gramos que equivale a 6 pastillas aproximadamente por 1 m<sup>3</sup> de madera plagada.

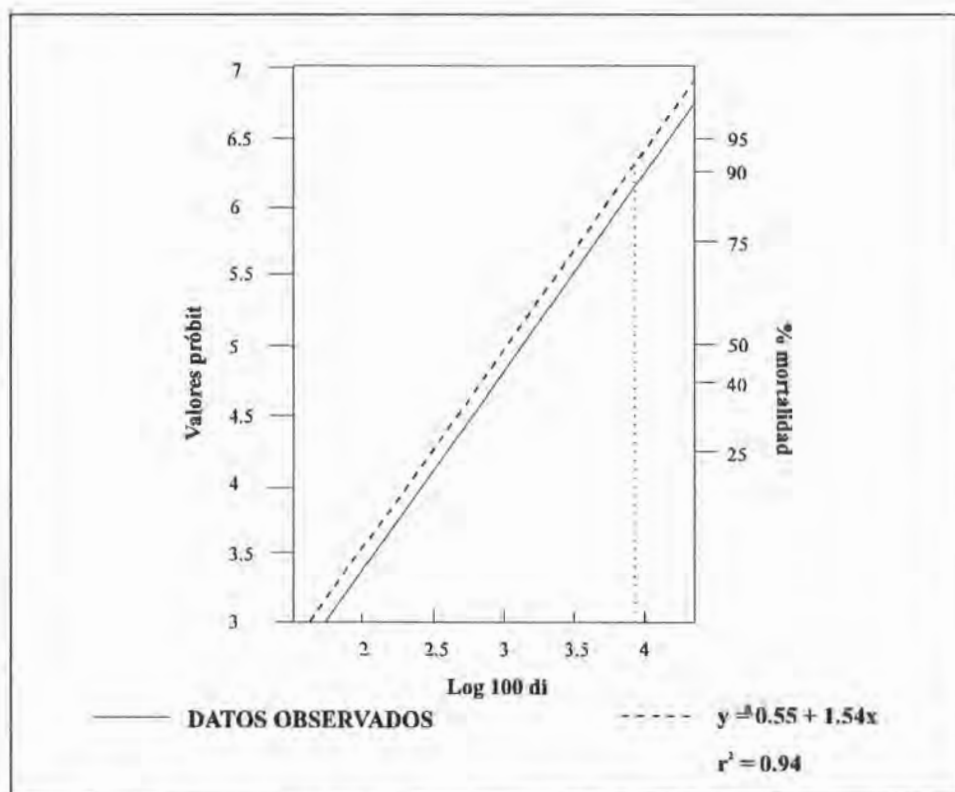
Del análisis correspondiente a la exposición de siete días se obtuvo la ecuación:

$$Y = 0.55 + 1.54 X$$

de la cual se obtuvo a su vez la DL<sub>50</sub>.

$$m = \frac{Y^* - 1}{b} = \frac{5 - 0.55}{1.54} = 2.88$$

$$DL_{50} = \frac{1}{100} \text{ Antilog } (288) = 7.75 \text{ gramos}$$



**Figura N° 7.** Líneas próbit de valores observados y recta de regresión de valores estimados en exposición a 7 días.

De la figura 7 se desprende el valor de la dosis letal efectiva que es:

$$D L_{95} = \frac{1}{100} \text{ Antilog (3.98)} = 97 \text{ gramos}$$

Por lo tanto, para que la población de descortezadores muera en 95%, siendo expuesta a fumigación por siete días, se requieren 97 gramos de fosfamina, equivalente a cinco pastillas aproximadamente.

### Efecto de la fosfamina en enemigos naturales.

De los enemigos naturales asociados al escarabajo descortezador, las especies más comúnmente encontradas durante la ejecución del experimento, fueron los escarabajos *Enoclerus arachnodes*, *Temnochila virescens* y *Corticeus* spp.; los cuales actúan como depredadores del insecto-plaga.

Como se puede observar en el cuadro 3, la mortalidad ejercida por la sola colocación del polietileno (testigo), es nula en los estados larvarios y adultos de las especies encontradas.

Mientras que al colocar una pastilla, considerando el máximo tiempo de exposición estudiado (7 días), la mortalidad se presenta en 50% en los estados larvarios de *Enoclerus arachnodes* y *Temnochila virescens* y en 100% en el estado adulto de *Corticeus* spp.

Con respecto a las dosis de 3 y 5 pastillas, los individuos de *Enoclerus arachnodes* y *Temnochila virescens*, así como de *Corticeus* spp., mueren en su totalidad en cualesquiera de los tiempos de exposición estudiados.

ESPECIE		PASTILLAS			
		0	1	3	5
<i>Enoclerus arachnodes</i>	larva	0	50	100	100
	adulto	0		100	
<i>Temnochila virescens</i>	larva	0	50	100	100
	adulto	0		100	
<i>Corticelus</i> spp.	larva	0	100	100	100

**Cuadro N° 3.** Porcentaje de mortalidad de enemigos naturales sometidos a fumigación con fosfamina.

## CONCLUSIONES.

1. De los resultados de las pruebas de hipótesis y de separación de medias se concluye que la mortalidad alcanzada por todos los estados y estadios de *Dendroctonus mexicanus* encontrados en las trozas al ser fumigadas, se debe al efecto de los tratamientos utilizados en el diseño del experimento, siendo las dosis de tres y cinco pastillas las que mayor porcentaje de mortalidad lograron en la población plaga.

2. La sensibilidad relativa de estados inmaduros y maduros del insecto plaga indica que la mortalidad se incrementa en los estados larvarios, en el mayor tiempo de exposición experimentado (7 días), en cualesquiera de las dosis estudiadas, excluyendo al testigo.

3. Al considerar como unidad los estados maduros e inmaduros de *D. mexicanus*, las pruebas de mortalidad indican que manteniendo la exposición al fumigante durante tres días, se requieren 7 pastillas para asegurar arriba del 95% de mortalidad general; mientras que en exposiciones de cinco y siete días, se necesitan 6 y 5 pastillas respectivamente, para alcanzar una mortalidad efectiva de la plaga.

4. Lo anterior permite concluir que la mortalidad efectiva de la plaga de escarabajos descortezadores en *Pinus leiophylla* se alcanza aplicando mayor dosis de fosfamina, mientras el tiempo de exposición sea menor y viceversa, dentro del rango de dosis equivalente a 100 y 150 gramos de fosfamina.

5. Con respecto a la entomofauna benéfica, se concluye que cualquier dosis letal para la población plaga, es también letal para sus enemigos naturales.

## RECOMENDACIONES.

1° Aplicar la dosis de 5 pastillas en exposición a 7 días para asegurar que los estados inmaduros de la plaga mueran en su totalidad, ya que el incremento del tiempo de exposición, aumenta la sensibilidad de esta fase de desarrollo al fumigante.

2° Para evitar un mayor impacto en la entomofauna benéfica, se recomienda no fumigar trozas de árboles en donde la plaga ya hubiese salido, debido a que es en este tipo de árboles en donde la progenie de las especies de enemigos naturales es más abundante.

3° Para garantizar la mortalidad efectiva de la plaga, se recomienda sellar perfectamente el polietileno, para evitar que fugas en el gas disminuyan la efectividad del producto.

4° Las medidas de seguridad principales son aquellas que se indican para el manejo de cualquier pesticida; sin embargo, es conveniente recordar que el límite de seguridad máximo para una exposición diaria de 8 horas en una semana de 5 días, es de 0.3 ppm.

Para exposiciones mayores, el manual de fumigación contra insectos editado por la F A O señala: 7 horas, 1 ppm; 1 hora, 25 ppm; 5 minutos, 50 ppm.

5° Para protegerse de la acción de los vapores de fosfamina en concentraciones mayores al límite umbral, el personal deberá llevar un respirador con filtro conteniendo carbón activado, que protege contra los gases ácidos.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Ascencio, C, V. E. y Serrato, B, B. E. 1989<sup>a</sup>. El fosforo de aluminio a exposición de 48 horas para el control de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en rodales de *Pinus pringlei* Shaw. Resumen V Simposio sobre Parasitología Forestal. Ciudad Juárez Chihuahua. 23 p.
- Ascencio, C, V. E. y Serrato, B, B. E. 1989<sup>b</sup>. El bromuro de metilo para el control de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en rodales de *Pinus pringlei* Shaw. Resumen V Simposio sobre Parasitología Forestal. Ciudad Juárez Chihuahua. 22 p.
- García, D, J. 1986. Método de control de poblaciones endoparasitas con polietileno y pastillas fumigantes. Jefatura del Programa Forestal en Jalisco. Documento mecanografiado.
- Monro, H, A. U. 1970. Manual de fumigación contra insectos. FAO 2<sup>o</sup> ed Italia 404 p.
- Plan de Manejo Integral Forestal de la Región de Atenquique. 1989. Estudios básicos. Compañía Industrial de Atenquique. México.
- Quereshi, A. H.; Bond, E. J. and Monro, H, A. U. 1970. "Toxicity of hidrogen phospide to the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L) and other insects". J.econ. ent. N<sup>o</sup> 58. pp. 324-331.
- Reynolds, E. M.; Robinson, J. M. and Howels, C. 1967. "The effect on *Sitophilus granarius* (L.) of exposure to low concentrations of phosphine". J stored prod. Res. N<sup>o</sup> 2. pp. 177-186.
- Reyes, C, P. 1982. Diseño de experimentos aplicados. Ed Trillas 2<sup>a</sup> ed México. 344 p.
- Rodríguez, A, J. 1989. Modelos matemáticos aplicados a la agricultura. Confederación de Asociaciones Agronómicas de Sinaloa. 1<sup>a</sup> ed México. 186 p.
- Rodríguez, L, R. 1982. Plagas forestales y su control en México. Universidad Autónoma Chapingo. México.