

Protección de los olmos contra insectos vectores de la grafiosis

J. A. PAJARES, M.^a J. ARÉVALO

En este estudio se evalúa y contrasta la eficacia de tres tratamientos con insecticidas (Metoxicloro y Clorpirifos) para proteger las ramillas de los olmos contra las posibles mordeduras, en árboles sanos, de insectos que hayan estado en contacto con olmos afectados por la enfermedad.

La determinación de los niveles de Metoxicloro y Clorpirifos se realiza por cromatografía de gases y detector específico de compuestos clorados y fosforados.

La aplicación, en una sola ocasión, de una solución acuosa de Metoxicloro al 1% produce un depósito medio inicial de $1,35 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ y protege las ramillas del olmo, lo suficientemente, durante un período de por lo menos 72 días.

La adición de Clorpirifos, al mismo tratamiento arriba descrito, no incrementa la protección dada a estas ramillas. La cantidad media inicial de clorpirifos depositado sobre las ramillas, fue de $0,13 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ y esta cantidad se degradó fuertemente en las semanas siguientes.

La fumigación de 0,2% de Metoxicloro, cuatro veces en un período de 72 días, produjo un depósito medio por debajo de $0,14 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ y no protegió las copas del olmo suficientemente.

PALABRAS CLAVE: *Ulmus* spp, *Scolytus* spp, vectores, grafiosis, protección, alimentación en ramillas, Metoxicloro, Clorpirifos.

J. A. PAJARES, Departamento de Maderas, I.N.I.A., Madrid. M.^a J. ARÉVALO, Subdirección General de Sanidad Vegetal, Madrid.

INTRODUCCION

Desde que hizo su aparición en Europa, a principios de siglo (1918), la grafiosis de los olmos ha demostrado ser una de las enfermedades forestales más devastadoras que se conocen; extendida por tres continentes, desde California a través de Norteamérica y Europa hasta Irán, ha provocado la muerte de decenas de millones de olmos.

La enfermedad está causada por el hongo patógeno *Ceratocystis ulmi* (Buism.) Moreau, que invade el xilema funcional del árbol y destruye sus vasos interrumpiendo el transporte hídrico, lo que conduce a la muerte del vegetal. El hongo, mal adaptado para una dispersión eólica, es propagado por diversas espe-

cies de insectos coleópteros de la familia *Scolytidae*.

Estas especies, en España principalmente *Scolytus scolytus* F., *S. multistriatus* Marsh y *S. kirschii* Skal, son insectos floéfitos que únicamente son capaces de colonizar el floema de los olmos moribundos o recién muertos o abatidos, sobre el cual se reproducen (Fig. 1). Sin embargo, en el curso de su dispersión en busca de este material hospedador pueden practicar unas mordeduras de alimentación en las horcaduras de las ramillas en los árboles sanos, con lo que recuperan las reservas hídricas y energéticas consumidas durante el vuelo; si los insectos han emergido procedentes de olmos muertos por grafiosis, transportarán en su cuerpo esporas del hongo que se-



Fig. 1. — Escarabajos en troncos de olmo

rán depositadas en estas mordeduras, permitiendo la introducción y extensión del patógeno en el interior del xilema de los olmos sanos.

La aparición de cepas agresivas del hongo, extremadamente patógenas, a fines de la década de los sesenta en Europa, las razas norteamericana o NAN y euroasiática o EAN, recrudeció la epidemia y la muerte de los olmos se elevó acusadamente en toda Europa (GIBBS y BRASIER, 1973). En España la presencia de la cepa no agresiva de *C. ulmi* desde la década de los treinta no había revestido excesiva importancia; por el contrario, la introducción y expansión de la raza agresiva NAN desde 1980 (MUÑOZ y RUPÉREZ, 1980) ha provocado en pocos años la muerte de millares de olmos, diezmando gran número de nuestras olmedas y amenaza con destruir la casi totalidad de los olmos peninsulares (ROBREDO, 1980) (Fig. 2).

Desde que la grafiosis se convirtió en un problema de proporciones epidémicas, han venido sucediéndose multitud de esfuerzos encaminados a contener la enfermedad que evidencian que todo programa de control debe

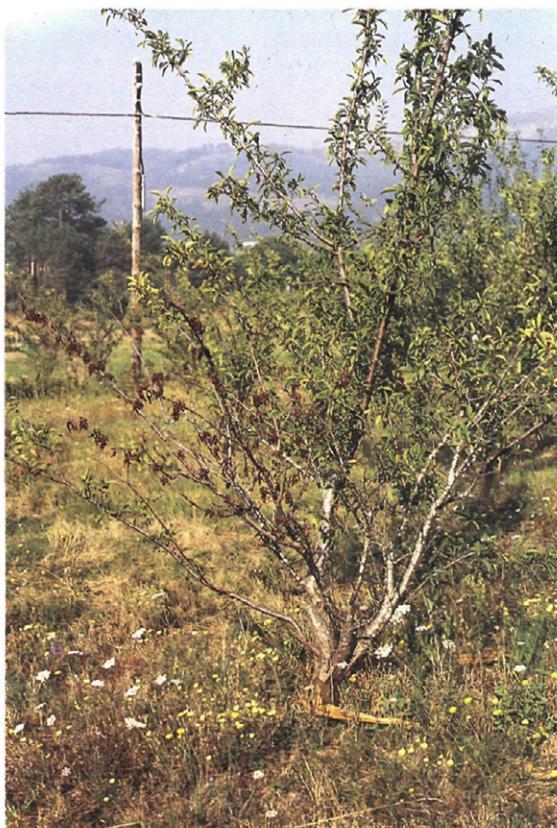


Fig. 2. — Olmos muertos por grafiosis agresiva

estar basado en la realización de un estricto saneamiento del material de olmo susceptible de ser colonizado por los escolítidos vectores que reduzca notablemente el nivel de sus poblaciones (FAIRHURST, 1980). El tratamiento con insecticidas representa un método complementario del saneamiento que trata de prevenir la alimentación de los escolítidos sobre las horcaduras en las ramillas de los olmos sanos. Después de que el uso del DDT fuese abandonado a finales de los sesenta, diferentes estudios en Europa y Norteamérica han encontrado que el Metoxicloro resulta el insecticida más adecuado para proteger los olmos

frente a esta alimentación (GARGER *et al.*, 1973; CUTHBERT *et al.*, 1973; SCOTT y WALKER, 1975; BARGER, 1976). Su efecto tóxico sobre los insectos se une a una acción repelente que impide que estos practiquen sus mordeduras y reúne, además, buenas características medioambientales: posee baja toxicidad para aves y mamíferos (5-7 g/kg), no se acumula en los tejidos grasos y se degrada fácilmente en metabolitos no tóxicos; sin embargo, resulta letal para la fauna acuática y es necesario tomar precauciones cuando se aplica en lugares próximos a hábitats acuáticos (PEACOCK, 1973).

En un estudio realizado en U.S.A. se observó que otro insecticida, el Clorpirifos, poseía una alta toxicidad y provocaba una fuerte mortalidad, pero, sin embargo, su efecto en la prevención de la alimentación resultó insuficiente, puesto que muchos insectos pudieron realizar antes de morir mordeduras que alcanzaron el xilema, lo que hace pensar en la posibilidad de reunir las características de mayor mortalidad del Clorpirifos y mayor prevención en la alimentación del Metoxicloro en una formulación mixta de ambos insecticidas (LANIER *et al.*, 1984).

En nuestro país, diversos Servicios Nacionales y de las Comunidades Autónomas vienen realizando en los últimos años tratamientos protectores sobre los olmos mediante la fumigación en sucesivas aplicaciones de una solución de Metoxicloro en agua con una concentración próxima al 0,2%, pero cuya efectividad no ha sido aún estimada.

El objetivo de este estudio es evaluar y contrastar la eficacia en la protección otorgada a las ramillas de este tipo de tratamiento, así como de dos nuevos tratamientos: la aplicación en una sola ocasión de una solución acuosa de Metoxicloro al 1% o de una mezcla de Metoxicloro al 1% + Clorpirifos al 0,25%.

MATERIALES Y METODOS

Tratamientos y toma de muestras

La experiencia fue desarrollada en una pequeña olmeda localizada en Puerta de Hierro (Madrid) durante la primavera y verano de 1986. El 19 de mayo fueron seleccionados dos grupos similares de aproximadamente 20 olmos cada uno, que fueron tratados separadamente.

El primer grupo de árboles fue pulverizado con 500 l. de una solución de Metoxicloro en agua a una concentración del 1%, aplicada desde un equipo autónomo montado sobre un camión y provisto de un cañón en cuya boca una serie de boquillas lanzan el líquido impulsado por una bomba que alcanza alturas de 20-25 m. El segundo grupo fue tratado de forma similar, con 500 l. de una solución acuosa de Metoxicloro al 1% + Clorpirifos al 0,25 (Fig. 3).

Paralelamente, el Servicio de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid había realizado, el 9 de mayo, un tratamiento protector sobre una olmeda próxima mediante la pulverización de Metoxicloro al 0,2% en agua con el mismo método de aplicación, que fue repetido nuevamente en tres ocasiones, el 9 de junio, el 8 de julio y el 28 de julio.

La toma de muestras se llevó a cabo cada veintitrés días, en cuatro ocasiones diferentes, los días 20 de mayo, 13 de junio, 7 de julio y 1 de agosto. El muestreo se realizó de la siguiente forma: mediante una plataforma hidráulica de brazo articulado basada en un Land-Rover se procedió en dichas fechas a recoger 40 ramillas en cada uno de los cuatro grupos de árboles a considerar: testigos tratados con 1% de Metoxicloro, con 1% de Metoxicloro + 0,25% de Clorpirifos y con 0,2% de Metoxicloro.

Las ramillas cortadas medían 35 cm. de



Fig. 3.— Aplicación de los tratamientos con insecticida sobre la copa de los olmos

longitud y fueron colectadas en diferentes partes de la copa de los árboles, a alturas comprendidas entre los tres y ocho metros; seguidamente, fueron conservadas en congelador ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) hasta su posterior utilización.

Análisis químico

Las muestras que contenían Metoxicloro fueron analizadas en un cromatógrafo de gas (Perkin-Elmer, mod. F. 17) equipado con un detector de captura de electrones Ni 63. Se usó una columna de vidrio de 2 mm. \times 1/4 pulgada de diámetro exterior y 2 mm. de diámetro interior, rellena con una fase estacio-

naria compuesta por 3% de SE-30 sobre un soporte de cromosorb w en 100/120 mallas. Como gas portador se usó Argón-Metano con un flujo de 40 ml/minuto. Las temperaturas de trabajo fueron: inyección, 225° ; columna, 205° , y detector, 225° .

Para el análisis de los residuos de Clorpirifos se usó un detector F.P.D. (Mod. Tracor) con columna de vidrio rellena de 5% DC-200 sobre cromosorb con flujo de Nitrógeno como gas portador y aire e Hidrógeno como gases de combustión. Las temperaturas empleadas fueron: inyección, 200° ; columna, 190° , y detector, 200° .

Para realizar el análisis químico se tomaron 14 ramillas por cada tratamiento y oca-

sión; de cada una de ellas se tomaron, mediante un tubo aguzado, cuatro muestras circulares (6 mm²) de la corteza en las zonas adyacentes a las horcaduras, que fueron disueltas y agitadas en 5-10 ml. de hexano n-nogrado durante 25 minutos. Las disoluciones con las muestras fueron mantenidas en una cámara a 5 °C durante varios días hasta que fueron analizadas. Cuando fue necesario, las muestras fueron diluidas en mayor cantidad de hexano para llevar la cantidad de Metoxicloro inyectado dentro del rango lineal del detector.

Después de cada cinco inyecciones se inyectaron diluciones patrón de Metoxicloro y la concentración de este producto en las muestras fue determinada mediante la comparación de las alturas de los picos de las muestras con las de los picos en los patrones. No fueron realizados estudios de calibración, si bien, CUTHBERT *et al.*, (1973), siguiendo un método similar, obtuvieron una recuperación del Metoxicloro variable entre el 80 y el 133%. En el caso del Clorpirifos se procedió de forma similar. Todos los análisis fueron realizados por el Laboratorio de Resíduos de Productos Fitosanitarios de la Subdirección de Sanidad Vegetal.

Bioensayo: para evaluar la protección otorgada a las ramillas se realizó el siguiente bioensayo: para cada tratamiento y ocasión se tomaron 20 ramillas, que fueron troceadas convenientemente y cuyos bordes de corte se sellaron con cera para impedir que los insectos mordiesen allí.

Las ramillas troceadas fueron depositadas en placas Petri en cada una de las cuales se habían introducido 20 ejemplares de ambos sexos de *S. multistriatus* recién emergidos. Seguidamente, las placas Petri fueron dejadas en semioscuridad en el interior de una cámara a 25 °C y 70% H_r durante veinticuatro horas; después de este tiempo se registró

el número de insectos muertos y el número de mordeduras practicadas que alcanzaron el xilema. El número de insectos empleados por cada tratamiento y fecha fue de 90, lo que arroja un total de 1.440 ejemplares ensayados (Fig. 4).



Fig. 4.—Bioensayo de los distintos tratamientos con insecticidas

RESULTADOS

Cantidad y persistencia de los depósitos

En la estimación de los depósitos de insecticida presentes sobre las ramillas en cada muestreo (Cuadro 1), las cantidades de Metoxicloro obtenidas para los tratamientos con Metoxicloro al 1% y con Metoxicloro al 1% + Clorpirifos al 0,25% fueron consideradas conjuntamente. Los depósitos iniciales de esta sustancia logrados para ambos tratamientos un día después de su aplicación alcanzaron un valor medio de 1,35 µg/mm² de superficie de corteza y la variación entre los diferentes depósitos fue relativamente baja, con una diferencia entre la cantidad más alta y la más baja obtenidas de 1,5 \bar{x} . Los muestreos realizados cada veinticuatro días revelaron que se produjo una degradación del Metoxicloro

Cuadro 1. — Depositos medios de insecticida detectados sobre las horcaduras de las ramillas

Insecticidas	Media de los depósitos ($\mu\text{g}/\text{mm}^2$ de corteza)			
	20 mayo	13 junio	7 julio	1 agosto
	(T + 1)	(T + 25)	(T + 49)	(T + 72)
Metoxicloro 1% Δ . . .	1,359	1,092	0,898	0,779
Clorpirifos 0,25% Δ .	0,136	0,023	0,016	0,006
	(T + 11)	(T + 35; T' + 4)	(T + 59; T' + 28)	(T + 82; T' + 53; T'' + 24; T''' + 4)
Metoxicloro 0,2% (*)	0,075	0,085	0,050	0,132

Δ = Tratamiento efectuado el 19 mayo (T).

(*) = Tratamiento aplicado cuatro veces, los días 9 de mayo (T), 9 de junio (T'), 8 de julio (T'') y 28 de julio (T''').

que fue sucesivamente durante estos períodos del 19,6, 17,8 y 13,2%, de manera que al cabo de setenta y dos días de la aplicación del tratamiento, el valor medio de los depósitos presentes fue de $0,77 \mu\text{g}/\text{mm}^2$, el 57,3% de la cantidad inicialmente depositada (Fig. 5).

El análisis de los depósitos de Clorpirifos en las muestras del tratamiento con Metoxicloro al 1% + Clorpirifos al 0,25% arrojó una cantidad inicial de esta sustancia sobre las ramillas de los olmos de $0,136 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ (diferencia entre los depósitos más altos y más bajos igual a $1,3 \bar{x}$), mientras que después de los primeros veinticuatro días esta cantidad se degradó en un 82,8%, para ir disminuyendo paulatinamente en porcentajes del 29,9 y 61,5 durante los períodos sucesivos y presentar al cabo de doce días un depósito final apenas apreciable de $0,006 \mu\text{g}/\text{mm}^2$, lo que representa el 4,6% del depósito inicial y supone una gran degradación para este insecticida, particularmente durante las primeras semanas (Fig. 6).

El tratamiento con Metoxicloro al 0,2% realizado por los Servicios de la Comunidad de Madrid fue aplicado por primera vez el 9 de mayo y las primeras muestras fueron tomadas el 21 de mayo, por lo que no podemos

saber cual fue la cantidad inicialmente depositada. Los depósitos presentes en las ramillas once días después alcanzaron un valor medio de $0,075 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ ($1,6 \bar{x}$ de diferencia entre los valores más alto y más bajo) y fueron disminuyendo en una proporción desconocida hasta que el tratamiento fue repetido nuevamente el 9 de junio; las muestras recogidas cuatro días más tarde arrojaron un valor medio de $0,085 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ (depósito más alto — depósito más bajo = $2\bar{X}$) y un nuevo muestreo realizado veinticuatro días después del anterior, el 7 de julio, sin que mediara ningún nuevo tratamiento, obtuvo un depósito medio de $0,05 \mu\text{g}/\text{mm}^2$, lo que representa una degradación del 41,1% a lo largo de este tiempo. Durante el siguiente período se efectuaron dos nuevos tratamientos el 8 y 28 de julio y las próximas muestras recogidas el 1 de agosto, cuatro días después del último tratamiento, indicaron una cantidad media de Metoxicloro sobre las ramillas de $0,132 \mu\text{g}/\text{mm}^2$, con una diferencia entre los depósitos mayores y menores de $2,5 \bar{x}$.

Debido a las diferencias en las fechas de aplicación de los tratamientos y en las tomas de muestras no podemos conocer con exactitud cuál fue la secuencia de las cantidades me-

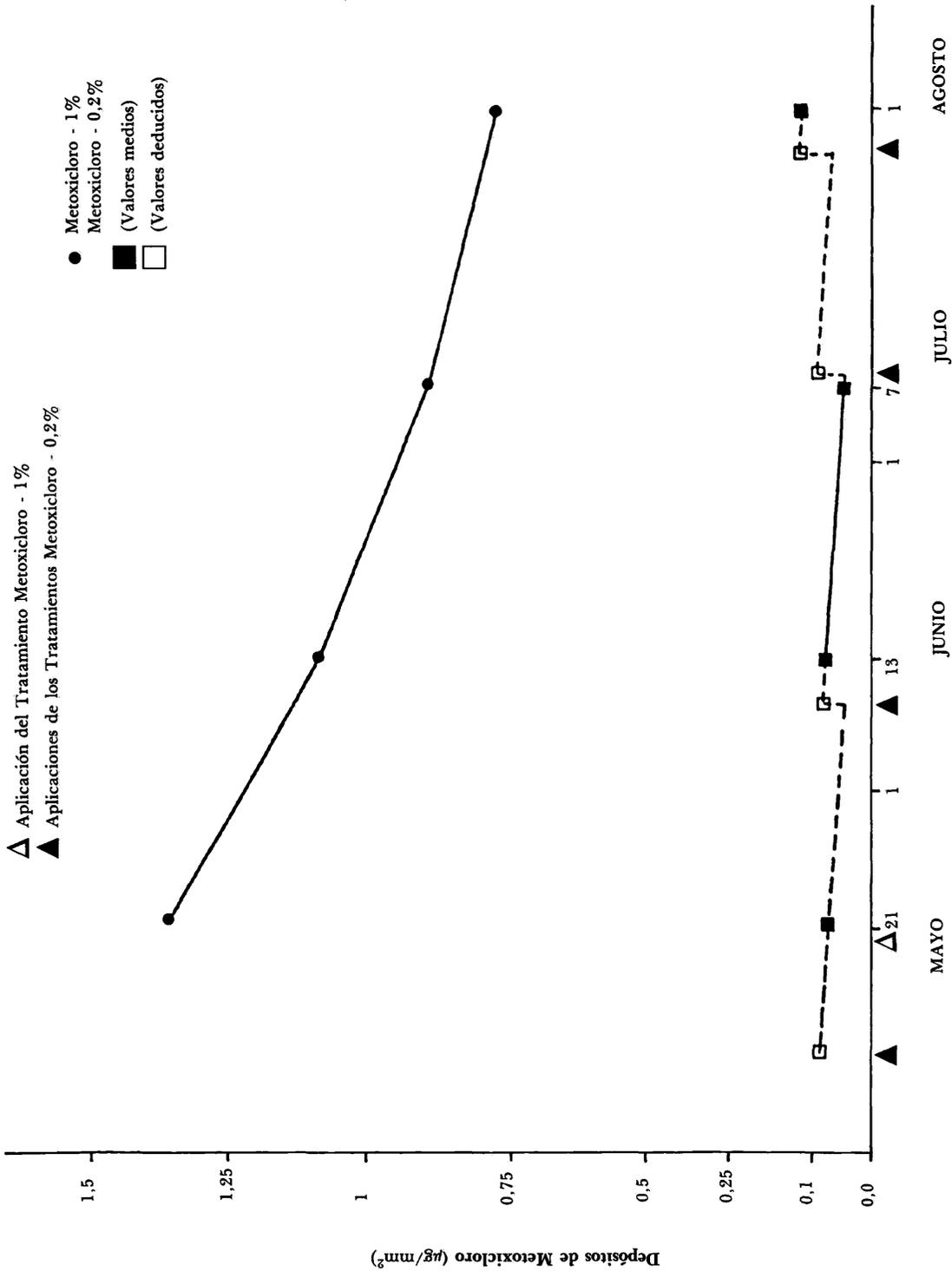


Fig. 5.—Depósito de metoxicloro sobre ramillas de los olmos a lo largo del estudio

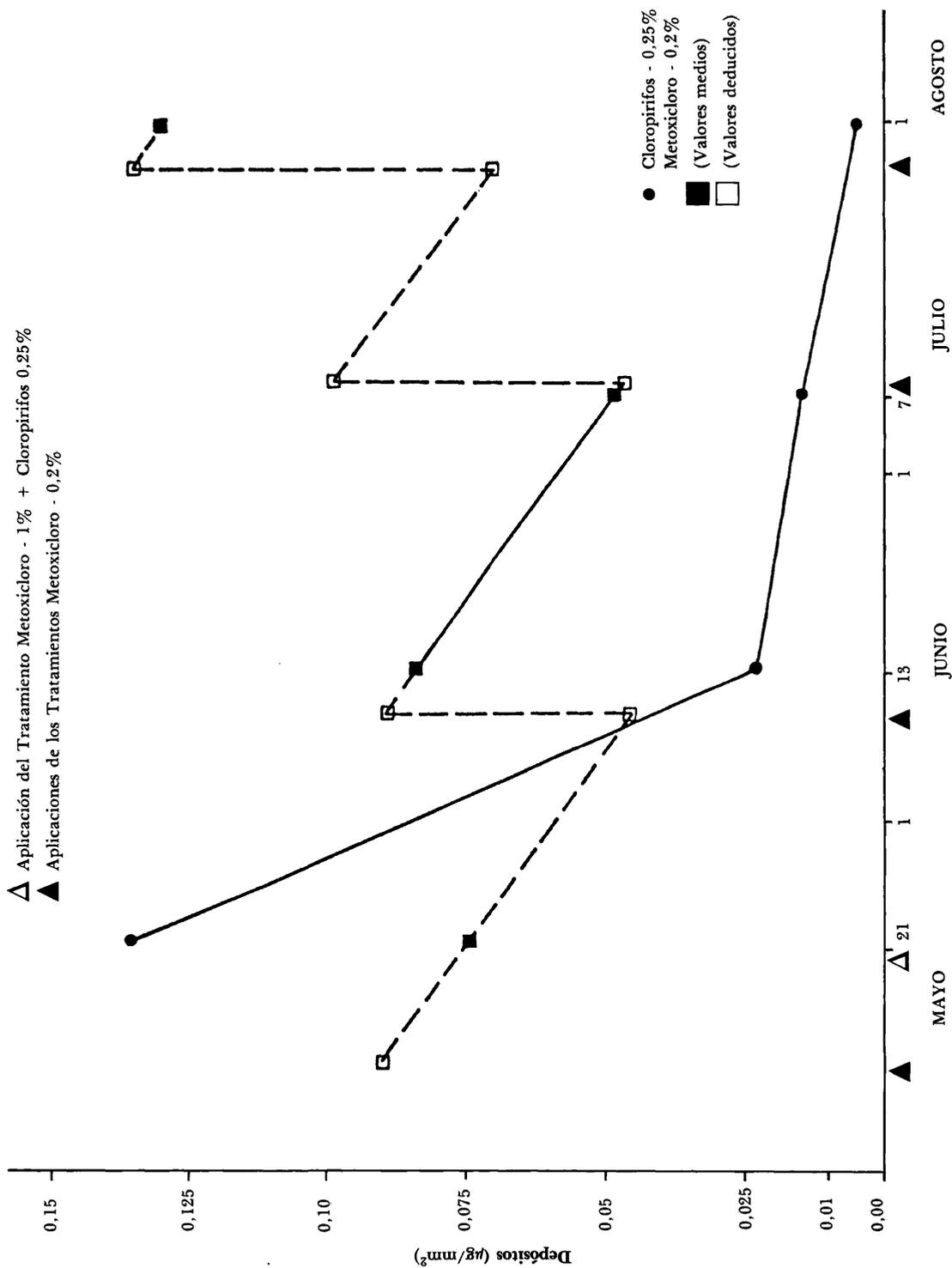


Fig. 6.—Depósitos de metoxicloro y clorpirifos sobre ramillas de los olmos a lo largo del estudio

días de Metoxicloro presentes sobre las ramillas, pero basándonos en los valores detectados y tomando como referencia la recta de degradación obtenida para los registros entre el 13 de junio y 7 de julio, podemos reconstruir con cierta probabilidad cuáles fueron los depósitos existentes durante todo el período (Fig. 6); si comparamos estos depósitos con los obtenidos en la aplicación del Metoxicloro al 1% (Fig. 5) podemos observar que éstos últimos fueron muy superiores a lo largo de todo el estudio, si bien las cantidades totales de insecticida aplicadas sobre los árboles en ambos tipos de tratamiento tuvieron que ser muy similares, toda vez que la formulación al 0,2% fue repetida en cuatro ocasiones.

Prevención de la alimentación y mortalidad

En los resultados del bioensayo fueron evaluados dos aspectos diferentes; por un lado se registró, a las veinticuatro horas, el número de mordeduras practicadas que habían alcanzado el xilema de las ramillas, puesto que existe una prevención de la infección si el tamaño de la mordedura no es suficiente, al menos de 3 mm. de longitud según AL AZAWI y NORRIS (1959), y por otro se consideró la mortalidad de individuos causada por el tratamiento. De estos dos parámetros, el primero representa la única medida realmente significativa de la eficacia del insecticida en términos del control en la propagación de la enfermedad, mientras que la mortalidad es una útil medida complementaria que nos da idea de la toxicidad del tratamiento, pero posee ciertas limitaciones como las que supone el hecho de que un insecto pueda realizar antes de morir una alimentación suficiente para permitir la infección de la ramilla con esporas de *C. ulmi*, un efecto que ha sido observado

frecuentemente y hace que ambas medidas no se correlacionen bien en muchas ocasiones (SCOTT y WALKER, 1975; LANIER *et al.*, 1984).

Estos parámetros son presentados en el Cuadro 2 junto con la proporción deducida del número de mordeduras realizadas por cada insecto. Si representamos el valor que toma este índice en las diversas fechas de estudio para todos los tratamientos (Fig. 7A) podemos observar que mientras en los testigos se produjo una alimentación más o menos igual durante todo el período, aproximadamente 0,7 mordeduras por cada insecto, ambos tratamientos de Metoxicloro al 1%, con o sin la adición de Clorpirifos al 0,25%, otorgaron similar protección y la alimentación fue casi totalmente evitada, con proporciones de alimentación por insecto comprendidas entre 0,00 y 0,03, según las fechas. El tratamiento con Metoxicloro al 0,2% registró unos resultados más variables y en conjunto obtuvo unas características intermedias entre las de los testigos y los tratamientos con Metoxicloro al 1%, bastante más próximas a los primeros, lo que significa solamente una ligera mejora en la protección sobre la situación de éstos.

La representación de los resultados de la mortalidad (Fig. 7B) obtuvo una Figura parecida, inversa en este caso, correlacionándose bien con los resultados de la alimentación. La mortalidad en los testigos fue uniforme y osciló entre los valores del 12-15%, mientras que nuevamente ambos tratamientos con Metoxicloro al 1% fueron igualmente eficaces, provocando, generalmente, el ciento por ciento de muertes, excepto el 7 de julio (98,9%) en el caso del Metoxicloro-1% y el 13 de junio (98,7%) y 1 de agosto (98,9%) en el caso en que llevaba añadido Clorpirifos-0,25%. El tratamiento con Metoxicloro al 0,2% confirmó su relativa eficacia, al producir una mortalidad intermedia, variable entre el 40-50%, excepto para la última fecha, 1 de agosto,

Cuadro 2.—Efecto de los tratamientos sobre la mortalidad y la alimentación en ramillas

Tratamientos	Concentración	FECHA DE MUESTREO								
		20 mayo		13 junio		7 julio		1 agosto		
		Total mor. en xilema	Morded. insecto	% mortalid.	Total mor. en xilema	Morded. insecto	% mortalid.	Total mor. en xilema	Morded. insecto	% mortalidad
1. Testigo	—	68	0,75	2,2	64	0,71	14,4	60	0,66	15,5
2. Metoxicloro Δ	1%	0	0,00	100	0	0,00	100	3	0,03	98,9
3. Metoxicloro Δ	1%	0	0,00	100	1	0,01	98,7	0	0,00	100
+ Clorpirifos	0,25%				44	0,48	45,2	52	0,57	44,8
4. Metoxicloro (*)	0,2%	38	0,42	48				26	0,28	70,6

Δ Tratamientos aplicados el 19 de mayo.

(*) Tratamiento aplicado cuatro veces, el 9 de mayo, el 9 de junio, el 8 de julio y el 28 de julio.

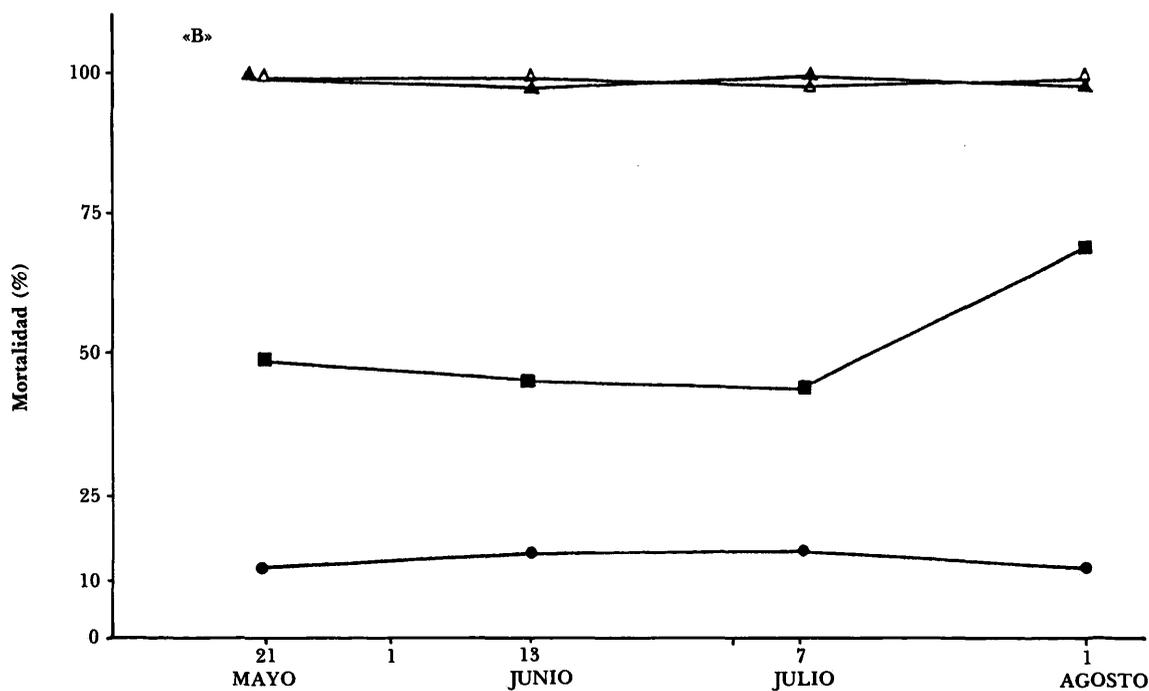
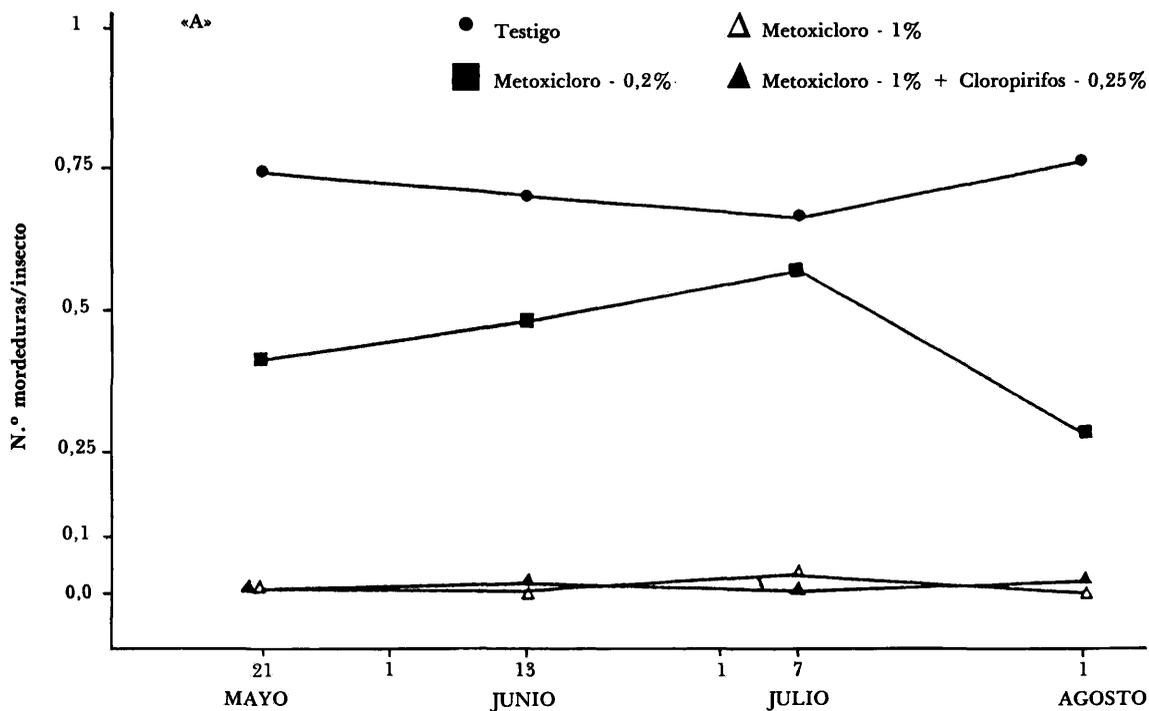


Fig. 7. — Resultados del bioensayo

cuando se incrementó hasta el 70%, lo cual se correspondió con una disminución en proporción análoga registrada en el número de alimentaciones practicadas (Fig. 7A).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En el análisis de un tratamiento con insecticida, los parámetros significativos son los que se refieren a la cantidad y variación de los depósitos logrados, su persistencia y la capacidad del insecticida para evitar la alimentación sobre las ramillas. Los resultados anteriores muestran claramente que el Metoxicloro (1,1,1-tricloro-2,2-bis [p-metoxifenil]-etileno) es un insecticida que otorga una adecuada protección a las ramillas para prevenir la alimentación de los escoltídos, además de reunir las ventajas de poseer una suficiente persistencia y una baja toxicidad ambiental, excepto para la fauna acuícola.

Ambos tratamientos con Metoxicloro al 1% fueron realizados mediante un equipo autónomo lanzador de nube basado en tierra con el que se aplicó una cantidad media de 20-25 litros por cada árbol (entre 5 y 12 m. de altura); ello condujo a la formación de depósitos de insecticida sobre las ramillas de un valor medio de 1,35 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ de corteza que fueron suficientes para evitar las mordeduras de alimentación a lo largo de al menos dos meses y medio. El Metoxicloro depositado mantuvo una persistencia relativamente alta durante el período de estudio y su degradación al cabo de setenta y dos días redujo en una progresión descendente la cantidad inicial en un 42%, un valor que resulta del mismo orden que las cifras de 50 al 66% de degradación en un período de cinco meses registradas por otros autores (CUTHBERT *et al.*, 1973).

La adición de Clorpirifos al 10,25% no representó ninguna mejora en las característi-

cas de mortalidad y prevención con respecto a las obtenidas por el tratamiento realizado con Metoxicloro al 1% exclusivamente, el cual mantuvo a lo largo de diez semanas una mortalidad y protección frente a la alimentación muy próximas al ciento por ciento (Fig. 7). Los excelentes resultados obtenidos por el Metoxicloro unido a la rápida degradación que sufre el Clorpirifos durante los primeros días (Fig. 6), como le sucede a otros insecticidas organofosforados, hacen desaconsejable su inclusión en el tratamiento, toda vez que presenta mayores riesgos medioambientales.

El seguimiento de los tratamientos con Metoxicloro al 0,2%, realizados por los Servicios de la Comunidad de Madrid, indicó que los depósitos obtenidos sobre las ramillas a lo largo de un período de diez semanas, en el que se aplicó un tratamiento, en cuatro ocasiones fueron muy bajos y netamente inferiores (entre 18 y 6 veces) a los logrados por un único tratamiento con Metoxicloro al 1% aplicado al principio del período (Fig. 5). Como consecuencia, la protección otorgada por este tratamiento resultó insuficiente y los parámetros de mortalidad y prevención de la alimentación obtuvieron valores más próximos a los registrados para los testigos que a los de nuestros tratamientos, aunque la cantidad total de Metoxicloro aplicada durante todo el período fue muy similar en ambos casos. Así pues, un tratamiento con Metoxicloro al 0,2% aplicado mensualmente no resulta eficaz para proteger adecuadamente los olmos sanos de la alimentación de los escoltídos y presenta, sin embargo, un coste mucho más elevado, al menos cuatro veces mayor, que el que supone un único tratamiento con Metoxicloro al 1%.

En los resultados obtenidos se observa que la tasa de protección frente a la alimentación y el porcentaje de mortalidad fueron directamente proporcionales a las cantidades de

Metoxicloro depositadas sobre las ramillas. Si representamos en sendos gráficos los valores de ambos parámetros correspondientes a los distintos depósitos de insecticida (Fig. 8) se obtiene una sucesión de puntos a los que se puede ajustar una curva de tipo exponencial que puede servir como curva de predicción a partir de la cual podemos deducir cuales serán los porcentajes de protección y mortalidad esperables para una determinada cantidad de Metoxicloro depositada.

Así, en la Fig. 8A, la curva nos indica que con depósitos de 0,12 y 0,3 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ son previsibles unas tasas de protección del 60 y 85%, respectivamente, mientras que para lograr una protección eficaz, superior al 95%, se requieren depósitos mayores de 0,5 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$. En un estudio similar, BARGER (1984) obtuvo predicciones de protección del 50, 90 y 99% para depósitos de Metoxicloro de 0,124, 0,306 y 0,504 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ respectivamente, lo que representa unos valores muy próximos a los obtenidos en nuestro estudio. La curva de mortalidad en la Fig. 8B resulta muy parecida a la anterior e indica mortalidades del 60 y 86% para depósitos de 0,1 y 0,3 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ y se alcanza una mortalidad del 95% con cantidades superiores a 0,52 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$.

Por tanto, el tratamiento con Metoxicloro al 1% mantuvo cantidades de insecticida en las ramillas suficientes para conseguir su protección durante todo el período de estudio (diez semanas) y no parece necesario realizar tratamientos con dosis mayores, toda vez que en otros estudios los depósitos obtenidos y las tasas de protección alcanzadas con aplicaciones de Metoxicloro al 2% y 4% fueron comparables a los logrados con su formulación al 1%, mientras que la adición de sustancias adherentes a la mezcla no produjo ninguna mejora significativa en los resultados (BARGER *op. cit.*).

Para que el tratamiento protector con in-

secticida resulte eficaz deberá lograr una completa y uniforme recubrición de la copa, con cantidades suficientes que aseguren su protección durante un período de doce a quince semanas. Diversos estudios han demostrado que cubrir adecuadamente la copa de los olmos resulta extremadamente difícil y en muchas ocasiones los depósitos alcanzados en la parte alta de la copa mediante aplicaciones basadas en tierra fueron la mitad de los obtenidos en las partes media y baja, mientras que si la aplicación se realizó desde un helicóptero los resultados fueron inversos (CUTHBERT *et. al.*, 1973; SCOTT y WALKER, 1975). Es, pues, una cuestión de vital importancia el proceder a la realización del tratamiento de una manera muy cuidadosa con un equipo adecuado que asegure una distribución uniforme del insecticida por todo el árbol, particularmente en las partes altas donde el riesgo de mordeduras es superior.

El crecimiento de nuevas ramillas y brotes que se produce a lo largo de la estación representa otro factor de considerable importancia. Si el tratamiento es realizado antes de la foliación, los nuevos tejidos producidos después de la fumigación se encontrarán desprotegidos, lo cual puede conducir al fracaso en el control pretendido, toda vez que el Metoxicloro es un insecticida de contacto que produce un efecto repelente sobre los escolítidos, los cuales se verán estimulados a seguir en movimiento hasta encontrar superficies no tratadas.

Así pues, es necesario la realización de dos tratamientos con una formulación de Metoxicloro al 1%: el primero de ellos deberá ser aplicado inmediatamente antes de la foliación, alrededor de mediados del mes de abril, cuando aún no se ha producido la emergencia de la primera generación de escolítidos. Este tratamiento mantendrá protegidos los árboles durante, al menos, tres meses, hasta la

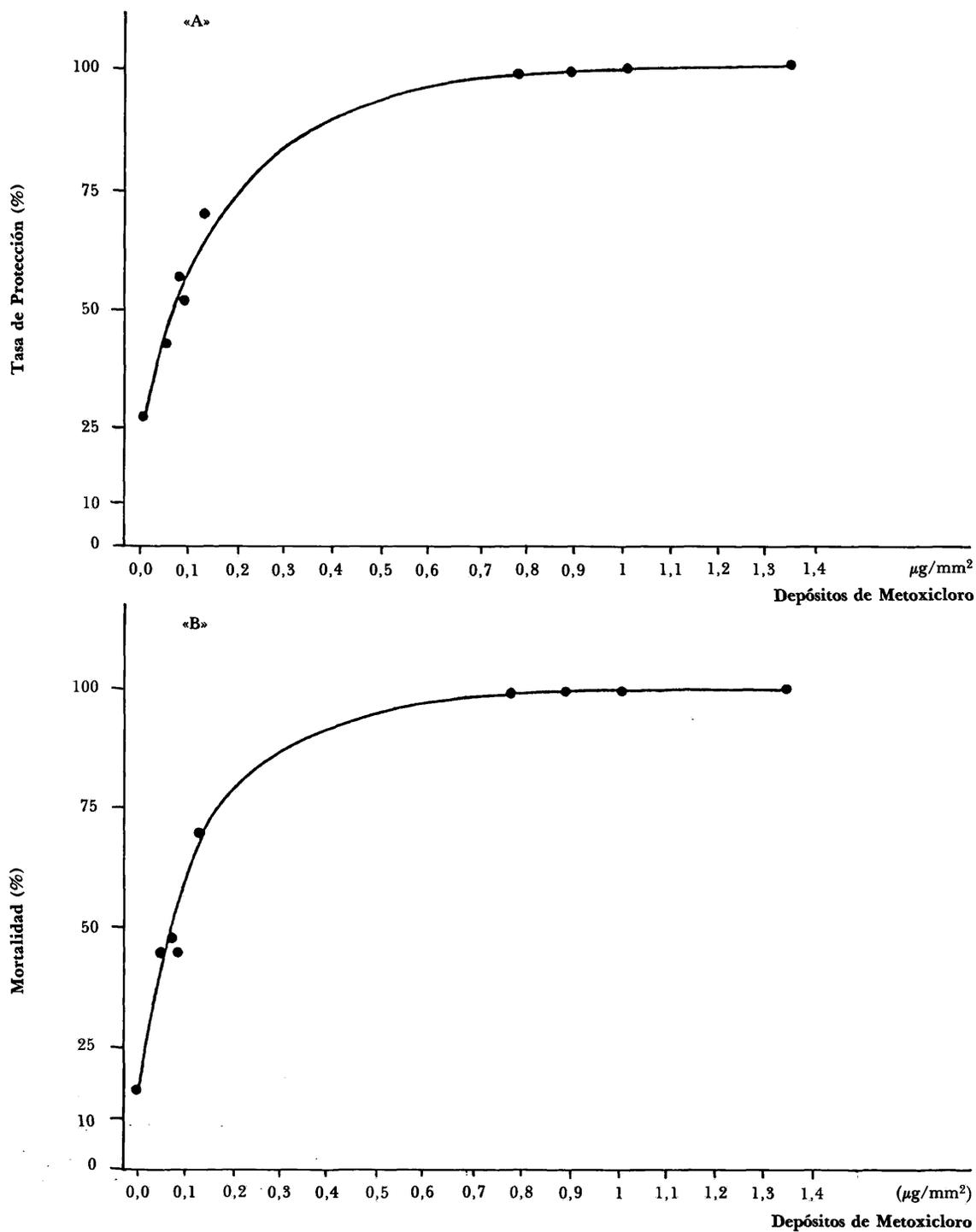


Fig. 8. — Porcentaje de protección y mortalidad en relación a los depósitos de metoxicloro en ramillas

aplicación del 2.º tratamiento, que deberá efectuarse durante las primeras semanas del mes de julio y cuya protección se extenderá hasta el final del período de vuelo de los insectos, en el mes de octubre.

En cualquier caso, el tratamiento de los olmos con Metoxicloro no puede ser considerado como una medida suficiente por sí sola para lograr el control de la propagación de la grafiosis. Las dificultades que se derivan de la obtención de una completa cubierta de la copa, en la cual todas las ramillas resulten

protegidas con una cantidad de insecticida suficiente, hacen imprescindible el mantenimiento de niveles lo más bajo posibles en las poblaciones de los escoltídos circundantes, lo cual solamente puede lograrse con un exhaustivo saneamiento que elimine el material apropiado para su reproducción. En este sentido, y según nuestros resultados, el tratamiento con Metoxicloro en las dosis y frecuencia aquí aconsejadas puede constituir un eficaz método complementario del saneamiento en el control de la grafiosis.

ABSTRACT

PAJARES, J. A. y AREVALO, M.ª J., 1987: Protección de los olmos contra insectos de la grafiosis. *Bol. San. Veg. Plagas*, 13(3): 311-325.

In this study it was evaluated the effectiveness of three treatments with insecticide to protect elm trees against twig-crotch feeding by bark beetles vectors of Dutch elm disease. The spraying on elm Crowns with a water emulsion at 1% Methoxychlor resulted in the initial formation of an average deposit of 1,35 mg/mm² and protected elm twigs sufficiently during a period of at least 72 days.

The addition of 0,25% Chlorpyrifos to the same treatment as used above did not increase the protection given to the elm twigs. The initial average amount of Chlorpyrifos deposited on twigs was of 0,13 Mg/mm² and this quantity degraded sharply in the next weeks.

The spraying of 0,2% Methoxychlor four times over a period of 72 days resulted in an average deposit of the product smaller than 0,14 Mg/mm² during the same period and it did not protect the elm crowns sufficiently.

Key words: *Ulmus* spp., *Scolytus* spp., elm trees

REFERENCIAS

- ALAZAWI, A. F., y NORRIS, D. M. (1959): «Experimental prevention of bark beetle transmission of *Ceratocystis ulmi* (Buis.) Moreau with the systemic insecticide Chipman R-6199», *J. Econ. Entomol.* 52 (5): 902-904.
- BARGER, J. H. (1976): «Dutch elm disease and Methoxychlor», *USDA Forest Service Research Pap. NE-353*, 6 pp.
- BARGER, J. H. (1984): «Evaluation of hydraulically applied Methoxychlor to protect american elms from feeding by the smaller European elm bark beetle (Coleoptera: Scolytidae)», *J. Econ. Entomol.* 77: 794-797.
- BARGER, J. H.; CUTHBERT, R. A., y SEEGRIS, D. G. (1973): «Statistical correlations between GLC assay and smaller European elm bark beetle bioassays», *J. Econ. Entomol.* 66: 79-81.
- CUTHBERT, R. A.; LINCOLN, A. C.; BARGER, J. H., y REED, P. A. (1973): «Formulation and application of methoxychlor for elm bark beetle control», *USDA Forest Service Research Pap. NE-283*, 6 pp.
- FAIRHURST, C. (1980): *Report at elm bark beetle seminar of the EEC Dutch elm disease Project*, Freiburg, abril 1 y 2, 1980. No publ.
- GIBBS, J. N., y BRASIER, C. M. (1973): «Correlation between cultural character and pathogenicity of *Ceratocystis ulmi* from Britain, Europe and America», *Nature* 241: 381-383.
- LANIER, G. N., SHERMAN, J. F.; RABAGLIA, R. J., y JONES, A. H. (1984): «Insecticides for control of bark beetles that spread Dutch elm disease», *J. of Arboriculture* 10 (10): 265-72.

- MUÑOZ, M.ª C, y RUPÉREZ, A. (1980): «La desaparición de los olmos», *Bol. Serv. Plagas*, vol. 6, n.º 1: 105-106.
- PEACOCK, J. W. (1973): «Research on chemical and biological controls for the elm bark beetles». *Proced. IUFRO Conferenc. Minneapolis - st. Paul, USA*, septiembre 1973, 18-52.
- ROBREDO, F. (1980): «Aparición de un foco de la cepa agresiva de la grafiosis del olmo (*Ceratocystis ulmi*) en San Sebastián», *Ser. Defensa contra Plagas*, 8 pp. No public.
- SCOTT, T. M., y WALKER, C. (1975): «Experiments with insecticides for the Control of Ducth elm disease», *Forestry Commission Forest Record* 105, 21 pp.