

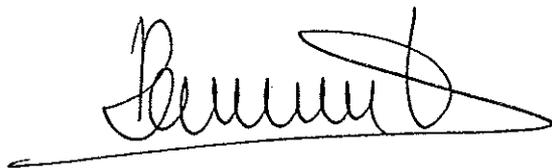
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA

Optimización de los tratamientos
fitosanitarios en plantaciones frutales

Memoria para optar al grado de Doctor Ingeniero Agrónomo,
presentada por SANTIAGO PLANAS DE MARTÍ

Lleida, Julio de 1990

Vº Bº del Dr. Ramón Albajes García, Catedrático de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de la Universitat Politècnica de Catalunya, codirector del trabajo,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ramón Albajes García', written in a cursive style. The signature is positioned above a horizontal line that extends across the width of the text.

Vº Bº del Dr. Luís Márquez Delgado, Profesor Titular de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, codirector del trabajo,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luís Márquez Delgado', written in a cursive style. The signature is positioned above a horizontal line that extends across the width of the text.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION	1
1.1 Técnicas de aplicación de fitosanitarios en fruticultura	4
1.1.1 Limitaciones de los actuales equipos de pulverización hidroneumática	6
1.1.2 Uniformidad de distribución.	7
1.1.3 Aspectos de la dinámica de las poblaciones de gotas que afectan la distribución	8
1.1.4 Proceso de transporte de gotas	13
1.2 Pulverización a volumen reducido	18
1.2.1 Reducción de volumen y reducción de dosis de producto fitosanitario	21
1.2.2 Otros aspectos de la técnica de reducción de volumen	23
1.3 Maquinaria de aplicación a volumen reducido	25
1.4 Especies frutales consideradas, aspectos productivos y sanitarios	27
1.4.1 Biología de <u>P.ulmi</u>	30
1.4.2 Biología de <u>P.pyri</u>	31
1.4.3 Trabajos previos en España sobre distribución de fitosanitarios en frutales	32
1.5 Objetivos de la tesis	34
2. MATERIAL Y METODOS	35
2.1 Ensayos preliminares	38
2.2 Ensayos a escala experimental (Ensayos 7 a 40)	41
2.2.1 Evaluación de la técnica de reducción de volumen (Ensayos 7 a 24)	43
2.2.2 Evaluación de la técnica de reducción de dosis (Ensayos 25 a 30)	45
2.2.3 Regulación y ajuste del pulverizador (Ensayos 31 a 39)	46
2.2.4 Factores metereológicos durante la pulverización (Ensayo 40)	47

2.3 Metodología de los ensayos en los que intervienen criterios biológicos de evaluación	49
2.3.1 Estudios sobre dinámica de poblaciones de fitófagos	49
2.3.1.1 Procedimientos de muestreo	49
2.3.1.1.1 Araña roja	49
2.3.1.1.2 Psila del peral	51
2.3.1.2 Análisis de los datos de poblaciones	53
2.3.2 Otros seguimientos biológicos	54
2.4 Metodología aplicada en los estudios de deposiciones de producto fitosanitario	55
2.4.1 Deposiciones en hojas	55
2.4.2 Deposiciones en la superficie del suelo	57
2.4.3 Determinación de las fracciones de pérdidas	58
2.5 Análisis estadístico de los resultados	63
2.5.1 Ensayos preliminares	63
2.5.2 Ensayos a escala experimental	63
2.6 Maquinaria utilizada en los ensayos	65
2.6.1 Pamany experimental	68
2.6.2 Ilemo experimental	70
2.6.3 Ilemo 710 SV 2000	73
2.6.4 Tifone Unix 410	75
2.6.5 Pulverización centrífuga vs. pulverización hidráulica	77
3. RESULTADOS Y DISCUSION	79
3.1 Ensayos preliminares (Ensayos 1 a 6)	80
3.2 Ensayos a escala experimental (Ensayos 7 a 40)	89
3.2.1 Evaluación de la técnica de reducción de volumen (Ensayos 7 a 24)	89
3.2.1.1 Control de fitófagos (Ensayos 7 a 11)	89

3.2.1.1.1	Araña roja (Ensayos 7 a 10)	89
3.2.1.1.2	Psila del peral (Ensayo 11)	98
3.2.1.2	Deposición de producto en la vegetación (Ensayos 12 a 15)	100
3.2.1.2.1	Deposición sobre manzanos (Ensayos 12 a 14) .	101
3.2.1.2.2	Deposición sobre perales (Ensayo 15)	104
3.2.1.3	Densidad de población y deposición, factores determinantes de la eficacia en el control de araña roja (Ensayos 16 y 17)	105
3.2.1.4	Evolución de residuos en la superficie foliar (Ensayo 18)	107
3.2.1.5	Deposición de producto en el suelo (Ensayos 19 a 22) .	108
3.2.1.6	Deposición directa y deposición por goteo (Ensayo 23) .	109
3.2.1.7	Determinación de pérdidas (Ensayo 24)	110
3.2.2	Evaluación de la técnica de reducción de dosis (Ensayos 25 a 30)	113
3.2.2.1	Control de fitófagos (Ensayos 25 y 26)	113
3.2.2.1.1	Psila del peral (Ensayo 25)	113
3.2.2.1.2	Araña roja (Ensayo 26)	115
3.2.2.2	Deposición de producto en la vegetación (Ensayos 27 y 28)	119
3.2.2.3	Deposición de producto en el suelo (Ensayos 29 y 30) .	120
3.2.3	Regulación y ajuste del pulverizador (Ensayos 31 a 39)	121
3.2.3.1	Proceso de formación de gotas (Ensayos 31 a 33)	121
3.2.3.1.1	Disposición de boquillas por caudales (Ensayos 31 y 32)	121
3.2.3.1.2	Presión de trabajo de las boquillas (Ensayo 33)	122
3.2.3.2	Proceso de transporte de gotas (Ensayos 34 a 37)	123
3.2.3.2.1	Régimen de giro del ventilador (Ensayos 34 a 36)	123
3.2.3.2.2	Tipo de ventilador (Ensayo 37)	125
3.2.3.3	Velocidad de avance del pulverizador (Ensayos 38 y 39)	126
3.2.4	Condiciones meteorológicas durante la aplicación (Ensayo 40) .	128

3.3	Discusión general	130
3.3.1	Ensayos preliminares	130
3.3.2	Eficacia de los tratamientos: control de plaga y deposición de producto	131
3.3.3	Eficiencia de los tratamientos: uniformidad de distribución . .	134
3.3.4	Eficiencia de los tratamientos: fracciones de pérdidas	135
3.3.5	Eficiencia de los tratamientos: formación de gotas	136
3.3.6	Eficiencia de los tratamientos: aspectos aerodinámicos	137
3.3.7	Condiciones metereológicas durante la aplicación	139
3.3.8	Metodología a aplicar en el análisis de poblaciones de fitófagos	139
4.	CONCLUSIONES	141
5.	BIBLIOGRAFIA	146

ANEJO: PLANTEAMIENTO Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CAMPO

Ensayo 1	163	Ensayo 21	198
Ensayo 2	165	Ensayo 22	199
Ensayo 3	167	Ensayo 23	200
Ensayo 4	169	Ensayo 24	201
Ensayo 5	170	Ensayo 25	203
Ensayo 6	172	Ensayo 26	204
Ensayo 7	174	Ensayo 27	209
Ensayo 8	178	Ensayo 28	210
Ensayo 9	181	Ensayo 29	211
Ensayo 10	184	Ensayo 30	212
Ensayo 11	187	Ensayo 31	213
Ensayo 12	189	Ensayo 32	215
Ensayo 13	190	Ensayo 33	217
Ensayo 14	191	Ensayo 34	219
Ensayo 15	192	Ensayo 35	221
Ensayo 16	193	Ensayo 36	222
Ensayo 17	194	Ensayo 37	224
Ensayo 18	195	Ensayo 38	226
Ensayo 19	196	Ensayo 39	227
Ensayo 20	197	Ensayo 40	229

RELACION DE ENSAYOS DE CAMPO

1. ENSAYOS PRELIMINARES

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>época</u>	<u>variedad (*)</u>	<u>tratamientos</u>	<u>criterios evaluación</u>
1	84	jun-set	Starking D. (P)	100, 1500 L/ha	<u>P. ulmi</u>
2	85	mar-jul	Blanquilla (P)	100, 400, 1600 L/ha	<u>P. pyri</u>
3	85	abr-set	Blanquilla (V)	500, 1500 L/ha	<u>P. pyri</u>
4	85	may-set	Starking D. (V)	500, 1500 L/ha	<u>P. ulmi</u>
5	86	mar-set	Starking D. (V)	500, 1500 L/ha	<u>P. ulmi</u>
6	85	mar-jul	Golden D. (P)	100(x16), 100(x12) 400(x4), 400(x3) 1600 L/ha	<u>P. ulmi</u>

(*) P: formación en palmeta regular
V: formación en vaso italiano

2. ENSAYOS A ESCALA EXPERIMENTAL

2.1 Ensayos de reducción de volumen

2.1.1 Control de fitófagos

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamientos</u>	<u>criterios evaluación</u>
7	85	17, jul	Starking D.	100, 400, 1600 L/ha	<u>P. ulmi</u>
8	85	08, ago	Starking D.	100, 400, 1600 L/ha	<u>P. ulmi</u>
9	85	08, ago	Starking D.	100, 400, 1600 L/ha	<u>P. ulmi</u>
10	86	15, jul	Starking D.	500, 1500 L/ha	<u>P. ulmi</u>
11	87	17, jun	Blanquilla	100, 400, 1600 L/ha	<u>P. pyri</u>

2.1.2 Deposición de producto en la vegetación

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamientos</u>	<u>criterios evaluación</u>
12	86	01, jul	Starking D.	100, 400, 1600 L/ha	dep veg
13	86	04, jul	Starking D.	500, 1500 L/ha	dep veg
14	87	06, jul	Golden D.	100, 400, 1600 L/ha	dep veg
15	87	17, jun	Blanquilla	100, 400, 1600 L/ha	dep veg

2.1.3 Deposición y densidad de población, factores determinantes de la eficacia del tratamiento

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamientos</u>	<u>criterios evaluación</u>
16	88	08, jul	Golden D.	100, 400, 1600 L/ha	<u>P. ulmi</u> dep veg
17	85	08, ago	Starking D.	100, 400, 1600 L/ha	<u>P. ulmi</u> dep veg

2.1.4 Evolución de residuos

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamientos</u>	<u>criterios evaluación</u>
18	87	21, jul	Golden D.	100, 400, 1600 L/ha	dep veg residuos

2.1.5 Deposición de producto en el suelo

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
19	85	17, jul	Starking D.	100, 400, 1600 L/ha	dep suelo
20	86	04, jul	Starking D.	500, 1500 L/ha	dep suelo
21	87	06, jul	Golden D.	100, 400, 1600 L/ha	dep suelo
22	87	09, set	Golden D.	100, 400, 1600 L/ha	dep suelo

2.1.6 Deposición directa y deposición por goteo

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
23	87	02, jul	Blanquilla	100, 400, 1600 L/ha	dep suelo

2.1.7 Determinación de pérdidas

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
24	85	08, ago	Starking D.	100, 400, 1600 L/ha	dep veg

2.2 Ensayos de reducción de dosis

2.2.1 Control de fitófagos

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
25	88	01, jul	Blanquilla	100(x16), 100(x12) 400(x4), 400(x3), 1600 L/ha	<u>P. pyri</u>
26	88	08, jul	Golden D.	100(x16), 100(x12) 400(x4), 400(x3), 1600 L/ha	<u>P. ulmi</u>

2.2.2 Deposición de producto en la vegetación

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
27	88	01, jul	Blanquilla	100(x16), 100(x12) 400(x4), 400(x3) 1600 L/ha	dep veg
28	88	08, jul	Golden D.	100(x16), 100(x12) 400(x4), 400(x3) 1600 L/ha	dep veg

2.2.3 Deposición de producto en el suelo

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
29	88	01, jul	Blanquilla	100(x16), 100(x12) 400(x4), 400(x3) 1600 L/ha	dep suelo
30	88	08, jul	Golden D.	100(x16), 100(x12) 400(x4), 400(x3) 1600 L/ha	dep suelo

2.3 Regulación y ajuste del pulverizador

2.3.1 Proceso de formación de gotas

2.3.1.1 Disposición de boquillas por caudales

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
31	87	10, set	Golden D.	800 - 1/2 800 - 1/3	dep veg dep suelo
32	88	13, set	Golden D.	800 - 1/2 800 - 1/3	dep veg dep suelo

2.3.1.2 Presión de trabajo de las boquillas

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
33	88	13, set	Golden D.	800 - 5 bar 800 - 20 bar	dep veg dep suelo

2.3.2 Proceso de transporte de gotas

2.3.2.1 Régimen de giro del ventilador

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
34	86	23, jul	Golden D.	1500 - 400 1500 - 540	dep veg dep suelo
35	87	14, jul	Golden D.	800 - 400 800 - 540	dep veg
36	88	06, set	Golden D.	800 - 400 800 - 540	dep veg dep suelo

2.3.2.2 Tipo ventilador

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
37	88	13, set	Golden D.	800 axial 800 centr	dep veg dep suelo

2.3.3 Velocidad de avance del pulverizador

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
38	87	14, jul	Golden D.	800 - 4 km/h 800 - 7 km/h	dep veg dep suelo
39	88	06, set	Golden D.	800 - 3.5 km/h 800 - 7.0 km/h	dep veg dep suelo

2.3.4. Condiciones metereológicas durante la pulverización

<u>núm.</u>	<u>año</u>	<u>fecha</u>	<u>variedad</u>	<u>tratamiento</u>	<u>criterios evaluación</u>
40	86	23, jul	Golden, D.	100 a.m. 100 p.m.	dep veg dep suelo

Agradecimientos

Debo agradecer en primer lugar al Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya el haber posibilitado la realización de este trabajo, buena parte del cual se ha desarrollado gracias a la dedicación de recursos humanos y materiales de la Estació de Mecànica Agrícola de Lleida.

Asimismo, debo reconocer mi deuda con los agricultores de las comarcas del Segrià i del Pla d'Urgell. El contacto con su realidad empresarial motivó mi interés por la técnicas de producción frutal.

También expreso mi gratitud al Departament de Climatologia i Ciència del Sòl de la Universitat Politècnica de Catalunya por su colaboración en las determinaciones analíticas del trabajo y a los constructores de maquinaria, Ilemo Hardí, S.A. y Mecánicas Reunidas Pamany, S.A., ambos de la ciudad de Lleida, por haber cedido sendos equipos de tratamientos para la realización de los ensayos.

De entre las personas que me han ayudado a orientar el trabajo quiero expresamente destacar a Philippe Antonin, entomólogo de la Station Fédérale de Recherches Agronomiques de Changins. Sus indicaciones fueron de gran utilidad en los inicios de la fase experimental.

También a los doctores Ramón Albajes y Luís Márquez agradezco sus orientaciones y consejos a lo largo del desarrollo y discusión del trabajo.

Por último expreso mi gratitud a las personas que colaboran conmigo en la Estació de Mecànica Agrícola de Lleida, especialmente a Alba Fillat, con quien he abordado los aspectos experimentales que han permitido la realización de este trabajo.

Para la realización de la parte experimental se ha dispuesto de la colaboración económica del programa de fincas colaboradoras del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca y de una ayuda a la investigación de la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica de la Generalitat de Catalunya.

1. Introducción

La utilización de productos fitosanitarios en el control químico de diferentes organismos competidores de los cultivos ha experimentado un notable incremento a lo largo de los últimos años. En España se ha pasado de un valor total aproximado, a precio pagado por los agricultores, de 2000 millones de PTA en el año 1965 a 60000 millones de PTA en el año 1989. Dicho montante es imputable en un 34 % al grupo de insecticidas, acaricidas y nematocidas; en un 26 % a los herbicidas; en un 23 % a los fungicidas; en un 11 % a los fitorreguladores y el resto, 6 %, a otros grupos de fitosanitarios y a productos de uso industrial (MAPA, 1988; Asociación Española de Plaguicidas, comunicación personal).

Por grupos de cultivos, la producción frutal, excluidos los cítricos, es el destino de una fracción importante del consumo total de fitosanitarios. Las estimaciones del consumo habido durante el año 1989 suponen una inversión de 3000 millones de PTA en insecticidas y acaricidas, 1200 millones de PTA en fungicidas y 300 millones en fertilizantes aplicados por vía foliar.

El coste por campaña de los productos fitosanitarios aplicados en plantaciones intensivas oscila entre las 91000 PTA/ha para el peral y las 112000 PTA/ha para el caso de la variedad Golden Delicious, variedad de manzano más extendida en España (Franco, Sió y Torà, 1990).

A dichos costes deben añadirse los derivados de la utilización de la maquinaria de tratamientos que actualmente se sitúan entre las 4100 y 4300 PTA/h

(Planas y Gilart, 1990). El rendimiento de estos equipos en plantaciones regulares de tipo intensivo y terreno nivelado se estima en 1-1.5 ha/h.

Frente a ello, se están realizando intentos en nuestro país para la introducción de sistemas de lucha integrada que comporten la máxima racionalización de las intervenciones de tipo químico en las plantaciones. Sin embargo, diferentes dificultades operativas impiden que con carácter general se adopten estas estrategias de control, por lo que actualmente la lucha contra las principales plagas y enfermedades de los frutales se fundamenta casi exclusivamente en procedimientos de control químico.

En este contexto, el mejorar la eficiencia de los tratamientos constituye un imperativo para controlar los costos de producción y reducir los efectos contaminantes sobre el entorno agrícola. Dicha eficiencia debe entenderse como la relación existente entre la cantidad de producto depositada sobre el objetivo y el producto total distribuido. En este sentido Matthews (1985) establece como proceder racional en los tratamientos fitosanitarios "la distribución de una pequeña cantidad de materia activa, acorde con el objetivo biológico, reduciendo al máximo la contaminación producida".

1.1 Técnicas de aplicación de fitosanitarios en fruticultura

La pulverización de una preparación acuosa, conteniendo el producto fitosanitario en forma de solución, emulsión o suspensión, constituye actualmente el único método operativo para la realización de tratamientos fitosanitarios en plantaciones frutales.

El proceso de pulverización consiste en el fraccionamiento de la preparación líquida en pequeñas gotas y en el traslado o proyección de dichas gotas sobre la superficie a tratar. Por lo general dicho fraccionamiento se produce merced a la energía suministrada por bomba volumétrica. Por ello la pulverización ha de considerarse como un proceso de conversión de energía desarrollado en boquillas de orificio de pequeño calibre. En la formación de gotas se consume aproximadamente un 85 % de la energía adquirida por el líquido a su paso por la bomba, el resto es retenido por las gotas fundamentalmente en forma de energía cinética y también de energía de superficie (Giles, 1988).

A pesar de ello, cuando los tratamientos se realizan sobre formas arbóreas, dicha energía es en general insuficiente para imprimir a las gotas una trayectoria que les permita alcanzar el conjunto de órganos aéreos.

Para mejorar la capacidad de desplazamiento y penetración de las gotas se recurre al transporte neumático de las mismas merced a la actuación de un ventilador incorporado al equipo pulverizador (Márquez, 1986a).

Este procedimiento de distribución de fitosanitarios, designado por pulverización hidroneumática, es el utilizado actualmente en las explotaciones frutíco-

las y también en otros cultivos arbóreos como la viña, el olivar y los cítricos.

Las máquinas para el tratamiento de plantaciones son en general equipos arrastrados por tractor y disponen de un depósito con una capacidad útil comprendida entre los 1000 y 3000 L. La bomba y el ventilador son accionados mediante transmisión de potencia conectada a la tdf del tractor a un régimen nominal de 540 r/min. La potencia absorbida por la máquina suele alcanzar los 15-35 kW (EMA, 1989).

La bomba, instalada en la parte anterior de la máquina, es de pistones o alternativamente de pistones-membrana. Esta permite en general presiones de trabajo superiores a los 20 bar.

Los elementos de distribución, boquillas y ventilador, se encuentran en la parte posterior del equipo. Los portaboquillas, en número comprendido entre 12 y 18, están en posición equidistante a lo largo del arco de distribución, generalmente situado en la salida del aire impulsado por el ventilador. Dicha abertura tiene forma de arco rectangular, de 240° aproximadamente. En ocasiones admite la posibilidad de variación de su sección y de orientación del flujo de aire mediante el posicionamiento de varios deflectores.

Existen dos tipos básicos de ventilador instalados sobre pulverizadores hidroneumáticos. El más generalizado es de flujo axial, orificio de aspiración circular, con un diámetro comprendido entre 600 y 900 mm y álabes con posibilidad de variación del ángulo de ataque. Frecuentemente se asocia también un corrector estático a modo de direccionador del aire para reducir la

descompensación a la salida originada por el movimiento helicoidal del flujo. A la salida, el aire es deflectado 90° adquiriendo una trayectoria perpendicular al eje del ventilador y a la dirección de avance de la máquina. Los caudales de aire proporcionados por estos ventiladores suelen situarse entre 12000 y 40000 m³/h.

Entre la aspiración y la salida se producen importantes pérdidas de carga por rozamientos, especialmente en la proximidad de ambos extremos de este arco. Para minimizar el rozamiento algunos modelos incluyen un circuito de aire complementario que permite dar salida al aire aspirado en la zona inferior del ventilador (Mussilami, 1982).

Los ventiladores de flujo centrífugo se instalan preferentemente en máquinas equipadas con depósito de baja capacidad. Su orificio de aspiración también es circular, pero el diámetro suele ser inferior a los 500 mm. El rodete imprime al aire una trayectoria radial de forma que este es impulsado perpendicularmente al eje de giro, a través de dos o más salidas. La velocidad de salida del aire es sensiblemente superior a la proporcionada por los ventiladores de flujo axial; en cambio, el caudal suele ser inferior al de estos. Asimismo, el rendimiento energético de estos ventiladores es inferior, aumentando por contra el nivel de ruido emitido durante su funcionamiento (Baraldi, 1981).

1.1.1 Limitaciones de los actuales equipos de pulverización hidroneumática

La distribución de fitosanitarios por pulverización en plantaciones frutales debe considerarse como un proceso de muy baja eficiencia. La magnitud de las

pérdidas de producto junto a la reducida uniformidad de distribución constituyen, por el momento, dos importantes limitaciones de la tecnología disponible a nivel de explotación frutícola. Sin duda también cabe atribuir parte de responsabilidad al deficiente estado de mantenimiento en el que se encuentra una elevada proporción de las máquinas que operan en las explotaciones (Sirez, 1981; Juste, Fornés y Val, 1987; Planas y Pons, 1987). En consecuencia, la eficacia de los tratamientos sigue fundamentándose en las elevadas dosis de materia activa distribuidas sobre los cultivos. Dichas dosis son con frecuencia desproporcionadas con el resultado o control alcanzado.

La mayor parte de las pérdidas aludidas se originan durante el proceso de transporte de gotas y en el de impacto sobre la superficie vegetal (Matthews, 1985), dependiendo la magnitud de dichas pérdidas del espectro dimensional de las gotas (Akesson y Yates, 1981). Asimismo, para un determinado tamaño de gotas, las pérdidas de producto están relacionadas con las propiedades físico-químicas de la pulverización, las condiciones atmosféricas y las características superficiales del objetivo (Reichard et al., 1986).

1.1.2 Uniformidad de distribución

Las estrategias actuales para el manejo de plagas y enfermedades en fruticultura asumen que los productos fitosanitarios son distribuidos uniformemente en toda la superficie tratada (Travis, Skroch y Sutton, 1987a). Sin embargo existen numerosos trabajos que revelan importantes variaciones en la deposición de producto; entre ellos cabe destacar los de Trefan (1985) que estima que los valores de deposición alcanzan un coeficiente de variación del 64 %

en formaciones clásicas de manzano y del 49 % en plantaciones intensivas de peral. Entre otros, también han estudiado dicha cuestión Vang-Petersen (1982), Hall, Reichard y Krueger (1981), Fischer, Probst y Raisigl (1982) y Flori et al. (1987).

Las variaciones en la deposición posibilitan la presencia de zonas de los árboles que reciben dosis de producto fitosanitario superiores a las necesarias para el control prefijado. Simultáneamente pueden coexistir zonas que reciben dosis inferiores. Ambas situaciones comprometen la eficiencia de los tratamientos y a su vez, pueden ser origen de diferentes problemas de orden ecológico.

Varios estudios sobre tratamientos por pulverización realizados por Matthews (1985) le han permitido afirmar que al incrementar la concentración o el volumen pulverizado, no se mejora la eficiencia de la aplicación a menos que se mejore la uniformidad de distribución sobre el objetivo.

1.1.3 Aspectos de la dinámica de las poblaciones de gotas que afectan la distribución

Las dificultades observadas han motivado la realización de diferentes trabajos de investigación, desarrollados en los últimos quince años, destinados a interpretar los fenómenos de tipo físico que intervienen en la pulverización. Una parte de los esfuerzos ha sido dedicada al estudio dimensional de las poblaciones de gotas y a la relación existente entre dimensión y eficiencia de los tratamientos.

Uno de los primeros trabajos sistematizados sobre el tamaño de las gotas distribuidas por pulverizadores hidroneumáticos fue realizado por Reichard et al. (1977). En él se demostraba que la pulverización no es uniforme, que la mayor parte del volumen se disgrega en gotas grandes y que el tamaño de las gotas se reduce por la acción del ventilador.

La baja eficiencia de las aplicaciones fitosanitarias se debe fundamentalmente al amplio espectro dimensional de las gotas producidas por los pulverizadores clásicos (Matthews, 1985). Si las gotas son excesivamente pequeñas, la eficiencia de la deposición se reduce considerablemente a causa de la deriva. Si por contra las gotas son demasiado grandes, la velocidad del aire a la salida del pulverizador puede ser insuficiente para transportar las gotas hasta las zonas más altas de los árboles, produciéndose un recubrimiento inadecuado para el control de plagas o enfermedades (Reichard, Hall y Peter, 1978).

A partir del instante en el que las gotas son proyectadas por las boquillas, en su desplazamiento por el aire, se ven afectadas simultáneamente por diferentes fenómenos de tipo físico: evaporación, gravedad y por la influencia de los factores meteorológicos (Hartley y Graham-Bryce, 1980).

El fenómeno de la evaporación ha sido estudiado desde hace años. Cunningham et al., 1962, demostraron que en condiciones de baja humedad ambiental, las pequeñas gotas a causa de su elevada relación superficie-volumen pierden proporcionalmente, por efecto de la evaporación, mayor cantidad de agua que las gotas mayores. Además establecieron la siguiente expresión, válida para gotas de agua procedentes de pulverizadores hidroneumáticos:

$$\text{duración de la gota} = \varnothing^2 / 78 (T_s - T_h)$$

donde la duración de la gota equivale al tiempo transcurrido (segundos) hasta su completa evaporación, \varnothing es el diámetro inicial de la gota (μm), T_s la temperatura seca y T_h la temperatura húmeda ($^{\circ}\text{C}$).

Posteriores trabajos experimentales confirmaron la validez de la expresión. Así, Matthews (1979) demostró que la velocidad a la cual disminuye el tamaño de las gotas es más rápida en condiciones de temperatura elevada y humedad relativa baja.

Ello hace sin duda a la evaporación responsable de una parte de las pérdidas de producto en el proceso de aplicación.

Asimismo, la deriva también es origen de importantes pérdidas. Dicho fenómeno, que afecta fundamentalmente a gotas de pequeño tamaño, ha sido estudiado en sus aspectos básicos por Hartley y Graham-Bryce (1980); Fox, Reichard y Brazee (1982); Elliot y Wilson (1984) y Johnstone (1985). La deriva de producto, además de limitar la eficiencia de la aplicación, puede constituir el origen de nuevos problemas como daños por fitotoxicidad causados a cultivos próximos y contribuir de forma general a la contaminación ambiental. El proceso de deriva, que lógicamente está determinado por las condiciones meteorológicas durante la aplicación, ha sido estudiado en aplicaciones fitosanitarias sobre árboles frutales por diferentes autores (Baraldi y Ade, 1985; Irla, 1986), comprobándose la influencia decisiva de la acción del ventilador del pulverizador sobre el fenómeno.

Un tercer origen de pérdidas de producto lo constituye la deposición de fito-

sanitario en la superficie del suelo de las plantaciones. Dicho proceso se encuentra ligado a la eficiencia de la impactación de las gotas la cual, a su vez, depende del tamaño y velocidad de las mismas y de las dimensiones, formas y características aereodinámicas de los órganos vegetales a tratar (Golovin y Putnam, 1962).

Se han realizado algunos trabajos destinados a conocer la distribución de deposiciones de producto en la superficie del suelo (Vang-Petersen, 1982; Fischer, 1982; Probst y Raisigl, 1983; Juste, Ibáñez y Sánchez, 1989), comprobándose que el valor de dichas deposiciones se encuentra relacionado con el volumen de preparación fitosanitaria pulverizado por unidad de superficie tratada.

Sobre plantaciones frutales clásicas, Antonin y Fellay (1976) evaluaron las pérdidas de producto en la superficie del suelo en un porcentaje superior al 30 % del total aplicado, al distribuir un volumen de 2000 L por hectárea.

Baraldi y Ade, (1985) estimaron dichas pérdidas sobre una plantación intensiva de manzanos durante el período de plena vegetación, tratada con un volumen de preparación equivalente a 400 L/ha, en un máximo del 3-5 %.

Fischer, Probst y Raisigl, (1982) por su parte en condiciones similares, habían situado las pérdidas en el suelo en un 10-15 % del total distribuido.

En resumen, las pérdidas de producto se originan por fenómenos de dispersión relacionados con la dimensión de las gotas, evaporación y deriva, y por la deposición de producto en la superficie del suelo, estando ligado este último

proceso al volumen distribuido por unidad de superficie tratada.

La intervención de numerosos factores sobre la eficiencia del proceso de aplicación probablemente explica que existan valoraciones discordantes de las pérdidas. En plantaciones clásicas de manzanos, Vang-Petersen (1982) sitúa dichas pérdidas en el 60-70 % del total aplicado. Por su parte Trefan (1985) valora dicha fracción entorno al 34 % para el mismo tipo de plantación. Bertini, Castagnoli y Scannavini (1987) estiman en un 30-40 % las pérdidas para formaciones en seto frutal. En condiciones similares, Ade, Baraldi y Servadio (1987) suponen pérdidas máximas del 30 %.

Por otra parte, durante el período de plena vegetación, existe gran dificultad para que las gotas penetren e impacten en todas las zonas de los árboles. Esta dificultad se acrecenta cuando las gotas son de pequeño tamaño (Reichard, Retzer y Hall, 1978; Val et al., 1988). Ello se traduce nuevamente en la aparición de variaciones en la deposición de producto.

En definitiva, en la pulverización hidroneumática, el tamaño de las gotas es un factor que interviene claramente sobre la eficiencia de la aplicación, influyendo en consecuencia sobre los resultados de los tratamientos.

No existe un claro acuerdo entre autores acerca del intervalo adecuado del tamaño de gotas a utilizar en el tratamiento de plantaciones frutales. Algunos establecen el límite inferior en 20 μm (Johnstone, 1985) o en 50 μm (Hartley y Graham-Bryce, 1980). Irla (1986) recomienda que el volumen del conjunto de gotas inferiores a 100 μm no supere el 10 % del volumen total distribuido. Respecto al límite superior no se encuentran referencias expresas.

Por contra, sí existe cierta coincidencia en fijar en 200 μm el diámetro óptimo de las gotas (Vang-Petersen, 1982; Johnstone, 1985; Trefan, 1985). Por su parte Ade et al., (1985) prefieren recomendar el intervalo de 150 a 250 μm .

1.1.4 Proceso de transporte de gotas

La pulverización hidroneumática supone la participación activa del aire impulsado por el ventilador en el proceso de transporte e impacto de gotas sobre la superficie a tratar. Consecuentemente el conocimiento de los parámetros básicos de los fenómenos aereodinámicos que se dan a la salida del ventilador es fundamental para mejorar la calidad de la deposición de producto y, en definitiva, la eficiencia de la aplicación (Fox et al., 1980).

La velocidad del aire a la salida del ventilador debe ser la suficiente para dirigir las gotas hacia el interior de los árboles pero al mismo tiempo, no ha de ser origen de pérdidas de producto por deriva.

Hall, Reichard y Krueger (1975) comprobaron que un pulverizador de elevado caudal y baja velocidad de salida del aire deposita mayor proporción de producto en las zonas altas de los árboles y con mayor uniformidad que un pulverizador de bajo caudal y elevada velocidad de salida del aire. Asimismo en las zonas exteriores de los árboles, próximas a la salida del pulverizador, obtuvieron deposiciones del orden de 2.1 y 8.9 veces más de producto que en la zona superior de los árboles para los ventiladores de elevado y bajo caudal respectivamente.

Por su parte, Reichard et al. (1979) demostraron que la velocidad del aire decrece rápidamente al aumentar la distancia desde la salida del ventilador y que también la velocidad disminuye al incrementar la velocidad de desplazamiento del pulverizador. La disminución de la velocidad del aire es más rápida en aquellos pulverizadores que proporcionan elevadas velocidades y bajos caudales que aquellos en los que la velocidad de salida del aire es moderada y los caudales elevados (Brazee et al., 1978).

Sobre el proceso de transporte de gotas en el interior del flujo de aire impulsado por ventiladores, Brazee et al. (1981) desarrollaron un modelo matemático que se ajusta a los citados resultados empíricos.

Obviamente se precisa una cierta velocidad para transportar gotas y deflectar el follaje. La velocidad mínima por debajo de la cual el aire no ejerce correctamente su labor es de 3 m/s (Antonin y Fellay, 1976; Trefan, 1985; Irla, 1986; Márquez, 1986b).

La velocidad del aire debe adaptarse a las formas de la plantación y a las gotas que debe transportar. Las gotas pequeñas tienen tendencia a seguir el flujo de aire a lo largo del contorno de cualquier obstáculo (Lüders, 1979; Anónimo, 1989). Las gotas pequeñas, < 50 μm , no disponen de suficiente momento, independiente del flujo de aire en el interior del cual se están desplazando, para dirigirse al objetivo (Hartley y Graham-Bryce, 1980). Por contra las gotas grandes requieren mayores velocidades para desplazarse y por lo tanto impactan con mayor facilidad sobre los obstáculos (Baraldi, 1988; Law y Cooper, 1988;

Por su parte los árboles modifican sensiblemente la velocidad del aire en relación a la registrada en una zona sin obstáculos (Giles, Delwiche y Dodd, 1989). Las variaciones corresponden normalmente a reducciones de la velocidad, pero en las zonas más alejadas del ventilador, la velocidad del aire puede aumentar de nuevo (Planas, 1988), probablemente por un efecto canalizador del árbol.

La densidad del árbol determina la deposición y la variación de deposición entre sus diferentes zonas (Travis, Skroch y Sutton, 1987a). Las zonas de los árboles más próximas al paso del equipo de distribución reciben cantidades de producto considerablemente más importantes que las partes más alejadas o protegidas por la misma vegetación (Gentet, 1986). La dificultad a penetrar se incrementa en plantaciones de follaje muy denso como es el caso de los cítricos (Juste, 1988).

La variabilidad de los fenómenos descritos dificulta el conocer los valores óptimos de diferentes factores como la velocidad de salida del aire y la posición de la salida en relación a la forma de los árboles. Dichas cuestiones, que se resuelven por el momento por vía empírica, son objeto de estudio desde hace años por parte de diferentes centros experimentales. (Zumbach y Stadler, 1973; Lüders y Ganzelmeier, 1982; Fox *et al.*, 1984; Ade, 1986; Ganzelmeier y Moser, 1986).

Sin embargo existe un criterio común para estimar el caudal de aire que se precisa para realizar correctamente la aplicación, consistente en aceptar que el volumen de aire impulsado por unidad de tiempo debe ser en principio equivalente al volumen del paralelepípedo que se genera al avanzar el pulveri-

zador entre las líneas de plantación (FIGURA 1). En el caso de ventiladores de flujo axial, dicho volumen debe minorarse puesto que el aire impulsado por el ventilador experimenta una expansión considerable (Mauch, 1975; Fischer, 1982; Trefan, 1985; Irla, 1986).

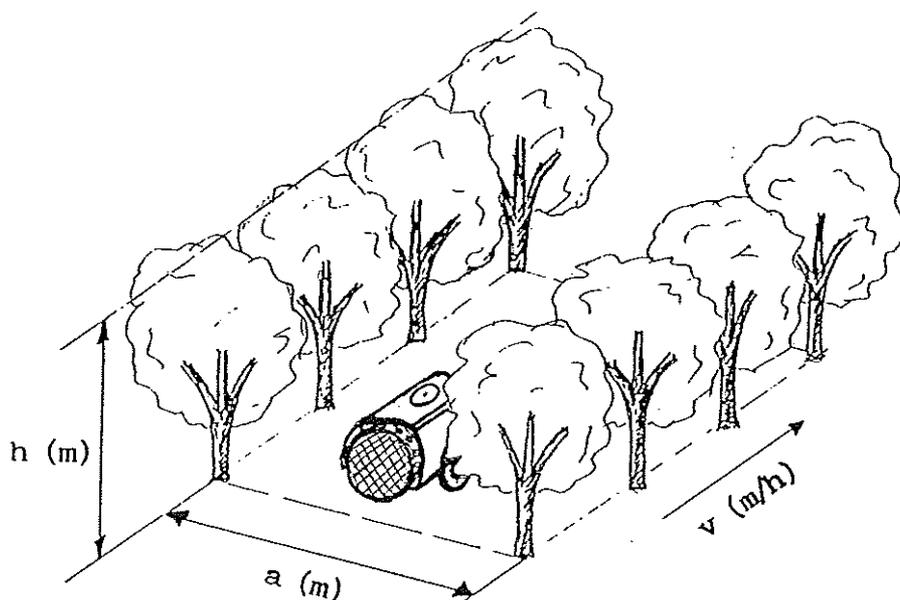


FIGURA 1.- Esquema plantación para cálculo del caudal de aire.

Según estos autores el valor del factor a aplicar en el caso de ventiladores de flujo axial, se sitúa entre 2 y 3, tanto más próximo a 2 cuanto mayor sea la densidad del follaje de la plantación. La expresión propuesta para el cálculo del caudal de aire es la siguiente:

$$Q = a \cdot h \cdot v / k$$

donde Q representa el caudal de aire (m^3/h) a impulsar por el ventilador; a , la anchura de las calles de plantación (m); h , la altura media de los árboles (m); v , la velocidad de desplazamiento del pulverizador (m/h) y k , el coeficiente de expansión o factor de corrección.

Como sistema alternativo a los actuales dispositivos para el transporte de gotas se proponen en algunos casos soluciones consistentes en acercar la salida del aire y de las gotas a la vegetación a tratar (Baraldi et al., 1986). Sin embargo las actuales características de las plantaciones frutícolas suponen serias dificultades operativas a la implantación de estos sistemas.

Así, por el momento solamente cabe mejorar el diseño y la adaptación de los modelos actualmente existentes.

1.2 Pulverización a volumen reducido

En los tratamientos por vía terrestre, han sido varias las razones que han propiciado la reducción de los volúmenes utilizados convencionalmente en la pulverización de plantaciones frutales: la disminución de los desplazamientos para las operaciones de llenado del depósito, la posibilidad de utilizar equipos de menor dimensión, más maniobrables y de reducida acción compactante sobre el suelo, y el incremento de la capacidad operativa para la realización de intervenciones rápidas sobre importantes superficies plantadas (Baraldi, 1983; Comai, Baraldi y Ade, 1985; Antonín y Fischer, 1986; Bertini, Castagnoli y Scannavini, 1987; Bertini y Cesari, 1987; Planas y Fillat, 1988).

La mejora del rendimiento del equipo por efecto de la reducción de volumen puede estimarse a partir de la siguiente expresión:

$$R = t_1 (V_i - V_f) / D$$

donde R representa el incremento de rendimiento (h/ha); t_1 , el tiempo necesario para el llenado del depósito (h); V_i , el volumen inicial (L/ha); V_f , el volumen final (L/ha) y D, la capacidad del depósito (L).

La técnica de reducción de volumen se fundamenta en la distribución de una pulverización más fina, la cual teóricamente ha de proporcionar una trama de impactos más densa, incrementando de esta forma la protección del cultivo.

Matthews (1979) estableció la siguiente clasificación de volúmenes para tratamientos mediante pulverización en cultivos arbóreos:

alto volumen (AV)	> 1000 L/ha
medio volumen (MV)	500 - 100 L/ha
bajo volumen (BV)	200 - 500 L/ha
muy bajo volumen (MBV)	50 - 200 L/ha
ultra bajo volumen (UBV)	< 50 L/ha

También las aplicaciones a más de 1000 L/ha se designan como tratamientos a volumen convencional.

Las primeras referencias que se dispone sobre el empleo de la técnica de reducción de volumen hacen alusión a tratamientos de plantaciones de manzano (Lewis et al., 1969; Antonin, y Fellay, 1976; Gartner, 1978; Hickey, May y Gametson, 1980) y de viña (Bäcker, Brendel y Keim, 1979).

Posteriormente se ha estudiado la reducción de volumen sobre otras especies como el frambueso (Gordon y Williamson, 1988) y los cítricos (Salyani y Whitney, 1988). También se dispone de una referencia sobre tratamientos terrestres a volumen reducido en chopos (Anselmi, Boccone y Giorcelli, 1986).

Con tratamientos a bajo volumen se han obtenido resultados equivalentes a los tratamientos a volumen convencional en el control de araña roja, Panonychus ulmi Koch (Antonin y Fellay, 1979; Cesari y Bertini, 1988), capua del manzano, Adoxophyes orana Fish. (Antonin y Fellay, 1979), Oidio del manzano, Podosphaera leucotricha (Ell. and Ev.) Salm (Cesari, Bertini, y Castagnoli, 1986; Vigl, 1987), moteado del manzano, Venturia inaequalis (Cke) Wint. (Fellay y Antonin, 1982; Cesari et al., 1986, Vigl, 1987), pulgón verde del

manzano , Aphis pomi de Geer. (Fellay y Antonin, 1982) y pulgones del fram-
bueso (Gordon y Williamson, 1988).

En algunos casos, en el control de araña roja se alcanzan resultados infe-
riores a los tratamientos convencionales (Fellay y Antonin, 1983; Fischer,
Probst y Raisigl, 1983; Vigl, 1987).

Las aplicaciones a muy bajo volumen obtienen siempre resultados inferiores en
el control de araña roja (Antonin y Fellay, 1979; Hall, Reichard y Krueger,
1981; Fellay y Antonin, 1982, 1983; Fischer, Probst y Raisigl, 1983; Wicks y
Nitschke, 1986). También son menos eficaces en el control de capua, A.orana
(Antonin y Fellay, 1979), el minador de la hoja del manzano Leucoptera
scitella Zell. (Cesari y Bertini, 1988) y la podredumbre gris de la vid,
Botrytis sp. (Bäcker, Brendel y Keim, 1980).

En cambio dichas aplicaciones alcanzan buenos resultados en el control de
enfermedades, como el oidio del manzano, P.leucotricha (Cesari, Bertini,
Castagnoli, 1986; Allen, Austin y Butt, 1986), moteado del manzano, V.inae-
qualis (Fellay y Antonin, 1982; Cesari et al., 1986), mildiu de la vid,
Plasmopara vitícola Berl. et De Toni, (Bäcker, Brendel y Keim, 1980), y el
oidio de la vid, Uncinula necator (Schw.) Burr. (Bäcker, Brendel y Keim,
1980).

También son efectivos los tratamientos a muy bajo volumen contra el pulgón
verde del manzano, A.pomi (Fellay y Antonin, 1982).

En análisis de deposiciones sobre la superficie foliar los tratamientos a bajo volumen alcanzan resultados equivalentes a los tratamientos convencionales sobre manzanos (Hall, Reichard y Krueger, 1981; Antonin, 1983; Fischer, Probst y Raisigl, 1983; Flori, Tentoni y Malucelli, 1987; Travis, Skroch y Sutton, 1987b). En aplicaciones sobre cítricos son en cambio menos eficientes (Salyani, 1988).

Las deposiciones alcanzadas sobre manzanos por los tratamientos a muy bajo volumen son en ocasiones equivalentes a los tratamientos convencionales (Fischer, Probst y Raisigl, 1983; Antonin y Fischer, 1986; Flori, Tentoni y Malucelli, 1987). Pero también existen experiencias en las que su resultado ha sido deficiente (Hall, Reichard y Krueger, 1981; Travis, Skroch y Sutton, 1987b) aunque en estos casos se trataba de plantaciones clásicas formadas en vaso.

1.2.1. Reducción de volumen y reducción de dosis de producto fitosanitario

La reducción de las dosis de aplicación constituye una de las estrategias de limitación de las cantidades de residuos de productos fitosanitarios en el entorno agrícola (Menn, 1987).

El máximo interés de la técnica de reducción de volumen reside precisamente en la posibilidad de disminuir la dosis de producto distribuida merced a la mejora de la eficacia de la aplicación.

Dicha mejora es la consecuencia de la pulverización con mayor número de gotas

de menor tamaño, de una cobertura de la superficie a tratar y menores pérdidas por deslizamiento de producto hasta la superficie del suelo (Antonin y Fischer, 1986; Bertini, Castagnoli y Scannavini, 1987; Cesari, 1988).

Estas hipótesis han incentivado a que en los últimos años se desarrollaran trabajos experimentales destinados a evaluar la eficacia de tratamientos a dosis reducida. En estos casos la cantidad de productos fitosanitarios aplicados disminuye desde un 20 a un 40 %.

Con carácter general se dispone de experiencias que confirman la posibilidad de reducir hasta un 30 % las dosis aplicadas, al reducir los volúmenes de aplicación de tal forma que se limiten considerablemente las pérdidas por goteo (Bournas, Goffre y Thouronde, 1981).

En tratamientos a dosis reducida para el control de araña roja se consiguen en general resultados deficientes (Vang-Petersen, 1982; Comai, Baraldi y Ade, 1985). Solamente en un ensayo, Baraldi et al. (1984), obtienen niveles de control similares a los tratamientos a dosis convencional. En el control del pulgón del manzano Vang-Petersen (1982) obtiene resultados deficientes. Lo mismo ocurre en un tratamiento contra la minadora de las hojas, L. Scitella (Baraldi et al., 1984) y el oidio del manzano (Vang-Petersen, 1982; Wicks y Nitschke, 1986), en este último caso con reducciones de dosis superiores al 40 %.

Por contra Hall (1984) obtuvo buenos resultados en el control de diferentes plagas y enfermedades del manzano aplicando volúmenes y dosis reducidas sobre plantaciones de bajo porte.

Además, en ensayos en los que se realizan tratamientos contra el moteado, V. inaequalis, las aplicaciones a dosis reducida alcanzan resultados similares a las realizadas a dosis convencional (Comai, Baraldi y Ade, 1985; Cesari, 1988).

También, Antonin, Fellay y Mittaz (1987) alcanzan un resultado correcto en el control de oidio, P. leucotricha, reduciendo un 25 % la dosis.

Tal como cabía esperar, las deposiciones medias de los tratamientos a dosis reducida son inferiores a las deposiciones de los tratamientos a dosis convencional (Baraldi y Ade, 1985; Flori, Tentoni y Malucelli, 1987). Vang-Petersen (1982), en tratamientos a 24 L/ha y 40 % de la dosis recomendada, obtuvo reducciones del 37 % en la deposición, frente al 60 % teóricamente esperado.

1.2.2. Otros aspectos de la técnica de reducción de volumen

Akesson y Yates (1979) señalan como inconvenientes de la técnica de reducción de volumen la posible disminución de la eficacia del tratamiento, la fitotoxicidad potencial y la necesidad de incrementar el control sobre el proceso de aplicación para evitar problemas como la deriva de producto.

Otros autores coinciden en afirmar que los tratamientos a volumen reducido no comportan efectos fitotóxicos ni un incremento de los residuos de producto fitosanitario sobre los órganos vegetales especialmente en los frutos (Antonin y Fellay, 1976; Antonin y Fellay, 1988; Campbell, Loveless y Evans, 1988).

Asimismo se señala que a excepción de algunos formulados en forma de polvo mojable, la mayoría de productos se adaptan a las concentraciones exigidas por la aplicación a volúmenes reducidos (UIPP, 1986).

Como inconvenientes de la técnica se señalan en algunos casos las limitaciones para proteger correctamente las zonas altas de los árboles (Hall, Reichard y Krueger, 1981; Bertini, Castagnoli y Scannavini, 1987), la dificultad en emplear algunos formulados especialmente polvos mojables a las concentraciones exigidas por la reducción de volumen (Antonin y Fellay, 1979; Bertini, Castagnoli y Scannavini, 1987) y el riesgo de incrementar las pérdidas por evaporación o deriva, motivado por el empleo de gotas de menor dimensión.

También se señala que los tratamientos de invierno y los de inicio de vegetación, en los que por lo general se aplican aceites minerales, deben realizarse a volumen convencional, puesto que su modo de actuación requiere del recubrimiento total de la superficie tratada (Antonin, 1983).

Por último cabe destacar que en el control específico de ácaros del manzano parecen detectarse ciertas interacciones entre volúmenes de distribución y resultados de los tratamientos, a igualdad de nivel de deposiciones de materia activa sobre la superficie foliar de los árboles (Fischer, Probst y Raisigl, 1983).

1.3 Maquinaria de aplicación a volumen reducido

En la realización de tratamientos a volumen reducido por vía terrestre se utilizan los mismos equipos, pulverizadores hidroneumáticos, que para los tratamientos convencionales con la única salvedad de que las boquillas instaladas corresponden a modelos de caudal inferior, cuya característica adicional es la de proporcionar gotas de menor tamaño (Hartvig Jensen Co. A/S, 1987).

Sin embargo, cuando los volúmenes se reducen a valores inferiores a 150 L/ha, para mantener la densidad de la trama de impactos sobre la superficie foliar, se hace necesario operar con gotas de muy pequeña dimensión (Johnstone, 1985).

Dicha exigencia no es resuelta por las boquillas hidráulicas ya que producen poblaciones de gotas cuyo diámetro volumétrico mediano (VMD) se sitúa por encima de 200 μm .

En estos casos las boquillas deben sustituirse por cabezales rotativos que producen una pulverización formada por gotas de menor tamaño. Fischer, Probst y Raisigl (1983) utilizan poblaciones de gotas con un VMD próximo a 130 μm . Dicho procedimiento corresponde a la denominada pulverización centrífuga cuya primera aplicación fue en tratamientos aéreos y hoy se ha extendido a todo tipo de aplicaciones terrestres, tanto para equipos accionados por tractor como para pulverizadores portátiles.

La fragmentación de la preparación líquida se consigue en este caso gracias a la fuerza centrífuga a la que se ve sometida al situarla sobre un disco o cono girando a un régimen muy elevado.

La dimensión de las gotas obtenidas puede predecirse mediante la fórmula establecida por Walton y Prewet (1949) la cual ha sido objeto de posteriores comprobaciones empíricas (Matthews, 1985).

$$d = K (\gamma / D\rho)^{\frac{1}{2}} / w$$

donde d representa el diámetro de las gotas (μm); w , la velocidad angular (rad/s); D , el diámetro del disco (mm); γ , la tensión superficial del líquido (mN/m); ρ , la densidad del líquido (g/cm^3) y K , una constante de valor aproximado a 3.76.

Así pues, variando la velocidad angular del dispositivo giratorio puede controlarse el tamaño de las gotas producidas y obtener una pulverización acorde a las condiciones en las que se está trabajando.

Una característica adicional de la pulverización centrífuga es el hecho de que produce poblaciones de gotas mucho más homogéneas que la pulverización hidráulica (Baraldi y Ade, 1984; Morel, 1984).

Estas características confieren a la pulverización centrífuga unas condiciones, en principio interesantes, para la distribución de fitosanitarios en plantaciones frutales. Dicha circunstancia ha motivado a diferentes investigadores a ensayar la citada técnica en los últimos años (Vang-Petersen, 1982; Fellay y Antonin, 1982, 1983; Fischer, Probst y Raisigl, 1982, 1983; Baraldi, 1984; Antonin y Fischer, 1986; Cesari y Bertini, 1988).

1.4 Especies frutales consideradas. aspectos productivos y sanitarios

El peral y el manzano constituyen las especies frutales más extendidas en la Comunidad Europea. La superficie dedicada a la primera especie es de 131600 ha. Las plantaciones de manzano ocupan un total de 336200 ha, de las cuales 313500 se dedican a la producción para consumo fresco.

En España tanto el peral como el manzano se explotan preferentemente en zonas de regadío. La superficie dedicada a la producción de pera alcanza 32300 ha frente a las 60000 ha de manzanos (Eurostat, 1989).

Cataluña dedica buena parte de sus mejores tierras de regadío a ambas especies. A la producción de pera se destinan 12240 ha y a la de manzana 16774, la mayoría de las cuales se localizan en el área frutícola de Lleida, 11112 ha y 13303 ha respectivamente, dominada por los canales de Urgell, Pinyana y Aragón y Cataluña.

Las producciones del año 1988 en Cataluña se situaron en 224021 t de pera y 425720 t de manzana lo que representa una media de 18300 kg/ha de pera y de 25400 kg/ha de manzana (DARP, 1988).

Ambas especies están sometidas durante el período vegetativo al ataque de diferentes fitófagos y actúan como huésped de varias enfermedades de origen fúngico fundamentalmente.

Las estrategias de lucha actualmente en uso se basan en la realización de tratamientos químicos en un nivel de decisión que podría calificarse de lucha

dirigida incipiente.

Entre las plagas destacan por la gravedad de las pérdidas económicas que ocasiona la araña roja, que afecta principalmente al manzano, aunque también son frecuentes los ataques sobre peral. Por su parte la psila del peral, Psylla pyri L. constituye la plaga más grave de las plantaciones de peral en todos los países de Europa meridional (Nguyen, Bouyjou y Delvare, 1981). El control químico de ambas plagas supone la mayor parte de los costes imputables a la protección fitosanitaria de las plantaciones de manzano y peral. Su incidencia económica es normalmente alta y ambas plagas se encuentran difundidas por toda el área frutícola de Lleida.

Para el caso de P. ulmi se recomiendan dos o tres tratamientos al inicio del período vegetativo y posteriormente aplicaciones discrecionales en función de los niveles de población que se detecten (SPV, 1987). Dichos tratamientos deben realizarse según Costa-Comelles (1989) utilizando elevados volúmenes de caldo.

A la psila del peral, P. pyri, se le atribuye en estas últimas campañas una incidencia económica muy alta, superior al de la araña roja. Precisa, en términos de lucha química convencional, de cuatro a cinco aplicaciones insecticidas realizadas desde finales de invierno hasta principio del verano (SPV, 1987).

El coste de los productos fitosanitarios empleados en cada tratamiento para ambas plagas oscila entre 7.500 y 20.000 Pta/h (Franco, com. per.).

Por su incidencia sanitaria entre los diferentes hongos que afectan a las especies frutales consideradas destaca el moteado del peral, Venturia pirina (Bref.) Aderh. que afecta solamente a variedades sensibles entre las que destaca la Blanquilla, variedad de pera más difundida en la zona de Lleida.

Asimismo algunas especies de microlepidópteros minadores de hojas, entre los que destacan Phyllonorycter blancardella Hb. y Phyllonorycter corylifoliella F., ocasionaron problemas graves a principios de la década de 1980. Sin embargo en las últimas campañas se ha reducido notablemente su nivel de ataque, sin que en estos momentos representen graves inconvenientes para las plantaciones de manzano y peral.

También el moteado del manzano, V. inaequalis, destaca por sus ataques sobre variedades sensibles entre las que se encuentran las variedades de coloración roja del grupo de las Delicious.

El desarrollo de los hongos del moteado se encuentra muy ligado a circunstancias climatológicas, especialmente a la existencia de precipitaciones primaverales. Durante los últimos años ha descendido sensiblemente los problemas causados por dichas enfermedades (SPV, 1987).

Por último, el oidio del manzano aparece cada campaña sobre los brotes de las variedades sensibles de manzano entre las que destaca la variedad Golden Delicious que ocupa 1/3 de la superficie de manzano en toda España. Su control no supone excesivas dificultades por lo que en condiciones normales no comportan pérdidas económicas importantes.

1.4.1 Biología de P. ulmi

El ácaro inverna en forma de huevo en las rugosidades de la corteza de los árboles, preferentemente cerca de las yemas. La eclosión de los huevos invernales tiene lugar, en la zona de Lleida, a finales de marzo o a principios de abril. La eclosión transcurre en su mayoría en unos 20 días y, a continuación, se suceden varias generaciones durante el período vegetativo (García-Mari, Costa-Comelles y Ferragut, 1986; SPV, 1987).

La duración de las primeras generaciones se acorta por la rápida elevación de la temperatura desde mayo hasta julio. A partir de la tercera, las generaciones se alargan por la dispersión de la puesta y tienden a solaparse. Desde julio se encuentran sobre las hojas individuos en todos los estados de desarrollo, procedentes de varias generaciones.

La puesta de huevos de invierno la inician al final del verano hembras especializadas que progresivamente constituyen una proporción mayor del total de hembras. El factor desencadenante de este proceso es el fotoperíodo aunque también influyen la temperatura y el estado vegetativo de la planta (Costa-Comelles, 1989).

Se conocen numerosos casos de resistencias desarrolladas por P. ulmi a los acaricidas originadas en parte por la elevada fecundidad y número de generaciones anuales de la plaga. Por ello en el control químico se hace necesaria la alternancia de productos o la utilización de nuevas materias selectivas. A pesar de ello el control de los ácaros en frutales es difícil y frecuentemente sólo parcial (García-Mari y Costa-Comelles, 1988).

La estrategia de control actual se basa en la determinación del instante de la eclosión de los huevos de invierno y en el seguimiento de las poblaciones en primavera para aplicar acaricidas activos contra los huevos, inmaduros o adultos en el momento en que predominen dichos estados de desarrollo.

1.4.2 Biología de P. pyri

P. pyri es un homóptero muy prolífico que inverna en estado adulto en diapausa, realizando la puesta a partir de enero. Las primeras ninfas aparecen a finales de marzo y abril.

Después de pasar por cinco estadios ninfales aparecen los primeros adultos, presentando en nuestras latitudes de cinco a siete generaciones estivales (Vilajeliu, 1987). Dichas generaciones llegan a confundirse a causa de su solape, en los meses de julio y agosto. Generalmente pocos días antes de la recolección aparecen los máximos niveles de población de ninfas. Las temperaturas inferiores a 10 °C o las superiores a 30 °C perturban el desarrollo embrionario y ninfal de la plaga. Cuanto más elevada es la temperatura más se reduce la duración de cada generación y la puesta de las hembras (Nguyen, 1988).

Por otra parte, al igual que en el caso de la araña roja, las lluvias se han mostrado desfavorables al desarrollo de las generaciones de primavera y verano (SPV, 1987).

El progresivo desarrollo de la psila es atribuible a la resistencia adquirida a diferentes materias insecticidas y a la destrucción, por efecto de la lucha química de sus principales competidores naturales (Nguyen, 1988). Las estrategias de control se basan en la realización de un tratamiento de invierno para evitar la puesta de enero en aquellas parcelas que hayan soportado ataques importantes durante la campaña anterior. A continuación deben realizarse tratamientos adicionales en función de la densidad de población presente. A partir de junio y hasta septiembre, deben evitarse tratamientos insecticidas que puedan perjudicar los enemigos naturales de la plaga (Vilajeliu, 1987). También es interesante tratar a final de estación, durante la época de caída de hojas, para controlar las ninfas, con anterioridad a su transformación en adultos invernantes.

1.4.3 Trabajos previos en España sobre distribución de fitosanitarios en frutales

De entre los antecedentes en la materia cabe destacar las experiencias realizadas sobre olivar de baja densidad, destinadas a la reducción de pérdidas mediante la incorporación al equipo de aplicación de un dispositivo automático de apertura y cierre de la distribución (Humanes, Herruzo y Porras, 1982).

Asimismo, en el área citrícola valenciana se han iniciado una serie de trabajos encaminados a sistematizar el proceso de mejora de la eficiencia de distribución de fitosanitarios sobre cítricos. Dichas especies ofrecen especiales dificultades a la distribución por pulverización mediante equipos hidroneumáticos. Ello es consecuencia de la resistencia que oponen los árboles

a la penetración de las gotas, muy superior a la del resto de especies frutales (Juste, Fornés y Val, 1987).

Sobre las especies frutales consideradas en este trabajo no se dispone de antecedentes que hagan referencia al estudio sistematizado de la problemática de la distribución de fitosanitarios por pulverización.

1.5 Objetivos de la tesis

Este trabajo está dedicado al estudio de diferentes factores que intervienen sobre el proceso de distribución de productos fitosanitarios por pulverización en plantaciones frutales.

Su objetivo básico es el definir criterios, basados en la mejora de dicho proceso, que permitan reducir las cantidades de productos aplicados y limitar sus efectos contaminantes.

Para ello se han estudiado la influencia del volumen de caldo distribuido sobre la eficacia de los tratamientos, la posibilidad de aplicar dosis de producto inferiores a las recomendadas, la influencia de los procesos de formación y transporte de gotas y el efecto de las condiciones metereológicas sobre la calidad de las aplicaciones.

Como objetivos específicos, el trabajo pretende estudiar la aplicatividad de la técnica de reducción de volumen y establecer recomendaciones sobre el ajuste y la regulación de los equipos de acuerdo con las características de las plantaciones a tratar.

Un último objetivo es el ofrecer diferentes consideraciones acerca del diseño de equipos de tratamientos, destinadas a mejorar su adaptación a las condiciones de nuestra fruticultura.

2. Material y métodos

Los procedimientos utilizados a lo largo de los cinco años en los que se desarrollan los trabajos experimentales se inician con la adopción de la metodología establecida para ensayos de reducción de volumen y reducción de dosis en la zona frutícola del Valais suizo (Antonin y Fellay, 1976, 1979; Antonin, 1981).

Estos ensayos, juntamente con los realizados en Alemania sobre manzanos y viña (Gartner, 1978; Bäcker, Brendel y Keim, 1979) son los precursores europeos en el estudio sistematizado de la influencia de las técnicas de distribución sobre los resultados de los tratamientos fitosanitarios en cultivos arbóreos.

De acuerdo con la metodología citada, durante el período 1984-86, se realizaron seis ensayos en parcelas a escala comercial. Su objetivo era determinar la aplicatividad de la técnica de reducción de volumen a tenor de la eficacia de los tratamientos y de las solicitudes operativas del proceso: estructura de las plantaciones, maquinaria disponible y características de los formulados fitosanitarios.

Sin embargo, en el segundo año de realización de estos ensayos preliminares, se inició un nuevo desarrollo experimental fundamentado en la metodología de los primeros estudios a escala reducida a los que se tuvo acceso (Fischer, Probst y Raisigl, 1982, 1983; Vang-Petersen, 1982; Fellay y Antonin, 1982) que introducían la cuantificación de deposiciones de producto fitosanitario en los árboles y en la superficie del suelo, estableciendo la sistemática precisa para el estudio de la distribución por zonas de los árboles tratados.

Se describen a continuación los materiales y la metodología utilizada en los ensayos a lo largo de las diferentes fases y líneas experimentales del trabajo. En el Anejo se proporcionan detalles acerca del planteamiento y la ejecución de cada uno de los ensayos.

2.1 Ensayos preliminares (Ensayos 1 a 6)

Se trata de una serie de experiencias realizadas en dos explotaciones del área frutícola de Lleida de suficiente dimensión para que las parcelas elementales dispusieran de superficies superiores a los 1000 m².

Los ensayos se desarrollaron a lo largo del período vegetativo anual, no incluyendo, en ningún caso, tratamientos invernales o de inicio de vegetación. La duración de cada ensayo fue como mínimo de cuatro meses, durante los cuales se trató de acuerdo con las indicaciones provenientes de la Estación de Avisos del Servicio de Protección de los Vegetales en Lleida.

Con anterioridad al inicio de los tratamientos se efectuaron diferentes operaciones de mantenimiento, y ajuste de las máquinas, de forma que se garantizara la regularidad de las aplicaciones. La velocidad de avance del equipo durante el tratamiento se fijó en todos los casos entre 4.00 y 4.40 km/h.

Asimismo, para evitar posibles interferencias de factores ambientales, se redujo el tiempo transcurrido entre el inicio y el final de todas las aplicaciones a menos de dos horas.

Las experiencias se desarrollaron sobre plantaciones clásicas de baja densidad (400 pies/ha) de manzano y peral, formadas en vaso italiano, y sobre plantaciones de alta densidad (más de 1000 pies/ha) y formación en palmeta regular.

En esta fase preliminar se plantearon cinco ensayos destinados a estudiar la técnica de reducción de volumen, realizando series de aplicaciones a volumen

convencional, 1500-1600 L/ha, bajo volumen, 400-500 L/ha, y muy bajo volumen, 100 L/ha (Ensayos 1 a 5).

También se realizó un único ensayo de reducción de dosis sobre una plantación de manzano conducida en palmeta regular (Ensayo 6). En dicho ensayo se contrastó la capacidad de control sobre araña roja de la pulverización a muy bajo volumen y dosis convencional, 100(x16) L/ha, la pulverización a muy bajo volumen y dosis reducida en un 25 % de materia activa, 100(x12) L/ha, la pulverización a bajo volumen, 400(x4) L/ha, la pulverización a bajo volumen y dosis reducida en un 25 % de materia activa, 400(x3) L/ha, y la pulverización a volumen convencional, 1600 L/ha.

Para la evaluación de los diferentes tratamientos se estudió la dinámica de las poblaciones P. ulmi en las plantaciones de manzano y P. pyri en las de peral.

Las experiencias de esta fase preliminar incluían, además de los tratamientos dirigidos contra las plagas mencionadas, tratamientos contra otros fitófagos o enfermedades. En total cada ensayo supuso un mínimo de 6 aplicaciones realizadas a los diferentes volúmenes o dosis planteadas.

Ello permitió evaluar la miscibilidad de diferentes formulados fitosanitarios y la adaptación de los equipos de tratamientos a las concentraciones requeridas, especialmente en las aplicaciones a 100 L/ha. Para eliminar riesgos se utilizaron preferentemente formulados a base de líquidos emulsionables (LE).

Por otra parte, en todas las parcelas de ensayo, se realizaron inspecciones semanales durante el período de tratamientos hasta la época de recolección, para detectar los posibles efectos fitotóxicos de las aplicaciones.

2.2 Ensayos a escala experimental (Ensayos 7 a 40)

Durante el período 1985-88 se realizaron un total de 34 ensayos sobre plantaciones adultas de manzano o peral en las que, con el objetivo de incrementar el control de las condiciones experimentales, se estructuraron las unidades de tratamiento en parcelas elementales de estructura rectangular y dimensiones comprendidas entre los 64 y los 96 m². Dichas parcelas incluían un segmento de 8 a 12 m de dos líneas continuas de plantación realizándose la aplicación por el interior de la calle y por ambas caras exteriores.

Los objetivos fijados para esta fase experimental fueron: .

- a) Evaluación de la técnica de reducción de volumen.
- b) Evaluación de la técnica de reducción de dosis.
- c) Estudio sobre la regulación y el ajuste del pulverizador.
- d) Análisis de la influencia de factores metereológicos.

Los planteamientos comunes a este grupo de ensayos fueron:

- a) Formación estandarizada de las plantaciones elegidas, acorde a las tendencias generalizadas en el área frutícola de Lleida: seto frutal conducido en palmeta de cuatro pisos, altura media de las plantaciones: 3.5 a 4.5 m, anchura de las calles: 4.0 m.

Las variedades elegidas son las de mayor difusión: Starking Delicious y Golden Delicious para el manzano y Blanquilla para el peral (DARP, 1988).

La estructura de los órganos aéreos, en la formación en palmeta regular, varía sensiblemente de una especie a otra. Las plantaciones de manzano adoptan un porte más ancho y algo más elevado y, a su vez, el conjunto de órganos aéreos conforman una masa vegetativa más densa que en el caso del peral.

- b) Una sola aplicación por ensayo, efectuada durante el período de pleno desarrollo vegetativo de los árboles, preferentemente en los meses de julio o agosto, máxime en la primera quincena de septiembre. Dicho tratamiento fue siempre el primero de la campaña destinado al control de la plaga utilizada como criterio comparativo.
- c) Se introdujo el estudio de deposiciones de producto sobre los árboles y/o sobre la superficie del suelo, como criterios adicionales de evaluación de los tratamientos.
- d) Los criterios de evaluación elegidos en cada caso se aplicaron a diferentes zonas de los árboles tratados. Dichas zonas se delimitaron imaginariamente sobre las líneas de plantación, estudiando sobre ellas con carácter aislado, los procesos de control de poblaciones y/o la deposición de substancia trazadora.
- e) El tiempo transcurrido para la realización del conjunto de aplicaciones a diferentes volúmenes o dosis, en todas las parcelas elementales de un determinado ensayo, fue siempre inferior a las 2 horas.

f) Los tratamientos se efectuaron manteniendo constante la velocidad de avance del conjunto tractor-máquina, la cual se fijó para cada ensayo en un valor comprendido entre 3.90 y 4.30 km/h. Este intervalo de velocidades es el recomendado con carácter general para el tipo de plantaciones sobre las que se realizaron las experiencias.

Asimismo, el régimen de accionamiento del pulverizador se fijó a la velocidad nominal de giro de la tdf de 540 r/min.

El valor de dichos parámetros solamente fue modificado en el grupo de ensayos de regulación y ajuste del pulverizador destinados a estudiar de forma expresa su influencia.

Se desarrolla a continuación la metodología específica de cada uno de los objetivos de esta fase experimental.

2.2.1 Evaluación de la técnica de reducción de volumen (Ensayos 7 a 24).

En este caso se pretendió confirmar y a su vez dar continuidad a los trabajos desarrollados en los ensayos preliminares, mejorando ostensiblemente la capacidad analítica sobre el proceso de distribución y posibilitando la obtención de resultados a niveles más concretos.

Como plagas-criterio se utilizaron la araña roja en el caso del manzano (Ensayos 7 a 10) y la psila en el del peral (Ensayo 11).

Se disponía de algunos antecedentes metodológicos procedentes de Suiza e Italia en los que también se utilizaba la araña roja como plaga-criterio en trabajos de pulverización a volumen reducido (Antonin y Fellay, 1979; Baraldi et al., 1984). Asimismo, durante el desarrollo de los ensayos, se publicaron nuevos trabajos que operaban con esta plaga (Bertini, Castagnoli y Scannavini, 1987; Cesari y Bertini, 1988). Sin embargo, respecto a la psila del peral no se pudo acceder a trabajos anteriores que utilizaran dicha plaga en ensayos relacionados con las técnicas de aplicación de fitosanitarios.

La razón por la cual se substituyó la especie fitófaga utilizada inicialmente como criterio fueron de una parte el interés en poder experimentar sobre plantaciones de peral y, de otra, las dificultades en disponer, durante el año 1987, de parcelas con niveles de población de araña roja lo suficientemente significativos para plantear ensayos.

Por contra, durante el citado año los niveles de ataque de psila del peral, crecieron de forma inusual, posiblemente a consecuencia del empleo masivo de insecticidas que perjudican el desarrollo de sus depredadores y parásitos (Nguyen, 1988).

Por otro lado, mediante el análisis de deposiciones de producto aplicado sobre la superficie foliar se desarrollaron los siguientes estudios:

- a) Estudio de las deposiciones de producto por zonas de vegetación (Ensayos 12 a 15).

- b) Estudio de la relación existente entre la deposición de producto y la densidad de plaga en el instante de la aplicación con la densidad posterior al tratamiento (Ensayos 16 y 17).
- c) Estudio evolutivo de los residuos de oxiclورو de cobre mediante muestreos y análisis seriados con posterioridad a la aplicación (Ensayo 18).
- d) Determinación de la deposición de producto en el suelo (Ensayos 19 a 22).
- e) Determinación del origen de la deposición: cuantificación de la deposición por acción directa del pulverizador y de la deposición por deslizamiento sobre la superficie del árbol (Ensayo 23).
- f) Valoración de las fracciones de pérdidas de producto (Ensayo 24).

Las experiencias comportaron aplicaciones a volumen convencional, 1500-1600 L/ha, bajo volumen, 400-500 L/ha y muy bajo volumen, 100 L/ha.

2.2.2 Evaluación de la técnica de reducción de dosis (Ensayos 25 a 30)

Adoptando una metodología similar a la de los ensayos de evaluación de la técnica de reducción de volumen, se desarrollaron diferentes experiencias en las que se incluyeron aplicaciones a dosis reducida. Los criterios utilizados en este grupo de ensayos fueron los siguientes:

- a) Estudio de la eficacia sobre la psila del peral (Ensayo 25).
- b) Estudio de la eficacia sobre la araña roja (Ensayo 26).
- c) Determinación del nivel de deposiciones de producto sobre la vegetación (Ensayo 27 y 28).
- d) Determinación del nivel de deposiciones de producto en el suelo (Ensayo 29 y 30).

En todos los casos se contrastaron los efectos de la pulverización a muy bajo volumen y dosis convencional, 100(x16), la pulverización a muy bajo volumen y dosis reducida en un 25 % de materia activa, 100(x12) L/ha, la pulverización a bajo volumen, 400(x4) L/ha, la pulverización a bajo volumen y dosis reducida en un 25 % de materia activa, 400(x3) L/ha, y la pulverización a volumen convencional, 1600 L/ha.

2.2.3 Regulación y ajuste del pulverizador (Ensayos 31 a 39).

Esta línea experimental se planteó con el objetivo de determinar el grado de influencia de otros factores ligados a las operaciones de distribución, distintos al volumen y a la dosis aplicada, sobre la calidad de la distribución.

Se consideraron en este caso tres elementos clave en la distribución por pulverización:

- a) El proceso de formación de gotas: disposición y presión de trabajo de las boquillas (Ensayos 31 a 33).
- b) El proceso de transporte de gotas: régimen de giro y tipo de ventilador (Ensayos 34 a 37).
- c) La velocidad de avance del pulverizador en el interior de la plantación (Ensayo 38 y 39).

En total se realizaron nueve ensayos en los que, prácticamente en todos los casos, se aplicó un volumen medio, 800 L/ha, con la intención de obtener resultados concluyentes, al evitar situaciones de elevada complejidad operativa, que se hubieran producido en el caso de distribuirse varios volúmenes, al igual que en las experiencias anteriores.

Como criterios de evaluación en este grupo de ensayos se emplearon simultáneamente la cuantificación de deposiciones por zonas en la superficie de los árboles y de deposiciones en la superficie del suelo.

2.2.4 Factores meteorológicos durante la pulverización (Ensayo 40).

En un intento de ampliar datos sobre el comportamiento de la pulverización a muy bajo volumen se planteó un ensayo destinado a evaluar la influencia de la temperatura y el grado higrométrico ambiental sobre los niveles de deposición obtenidos en los árboles y en la superficie del suelo. El volumen distribuido en este caso fue de 100 L/ha.

Una vez más se utilizó el procedimiento de análisis de deposiciones como elemento de cuantificación y criterio comparativo entre tratamientos.

2.3 Metodología de los ensayos en los que intervienen criterios biológicos de evaluación

2.3.1 Estudios sobre dinámica de poblaciones de fitófagos.

2.3.1.1 Procedimientos de muestreo

2.3.1.1.1 Araña roja

Los seguimientos de población de araña roja en los ensayos preliminares se realizaron mediante conteos en las parcelas de ensayo, con cadencia aproximada de 7 días.

Para cada fecha y parcela elemental, los conteos se efectuaron sobre una muestra de 20 hojas, procedentes de los árboles situados en la zona central de la parcela.

Mediante cepillado mecánico de las hojas muestreadas y recogida de individuos en disco, que posteriormente era estudiado en laboratorio, se determinó el número de formas móviles del ácaro (adultos y estadios juveniles) presentes en la muestra. Los resultados se expresaron como formas móviles por hoja.

En los trabajos desarrollados a escala experimental, cada ensayo comportó sucesivos conteos por zonas en los árboles tratados: un conteo inicial, anterior al tratamiento (<24 horas) y de dos a cuatro conteos posteriores, distribuidos a lo largo de los 14 días siguientes al tratamiento.

En cada conteo se determinó el número de formas móviles presentes en ocho zonas de los árboles de cada parcela elemental, cuatro en cada una de las bandas de tratamiento situadas a ambos lados del pulverizador (FIGURA 2).

Las muestras se obtuvieron a partir de los árboles situados en la zona central de cada parcela, a razón de 20 hojas por zona lo que supuso un total de 160 hojas por parcela elemental. El conteo se realizó visualmente in situ calificando cada hoja de acuerdo con los niveles o clases establecidos por la estación suiza de Changins (Antonin, com. per.)

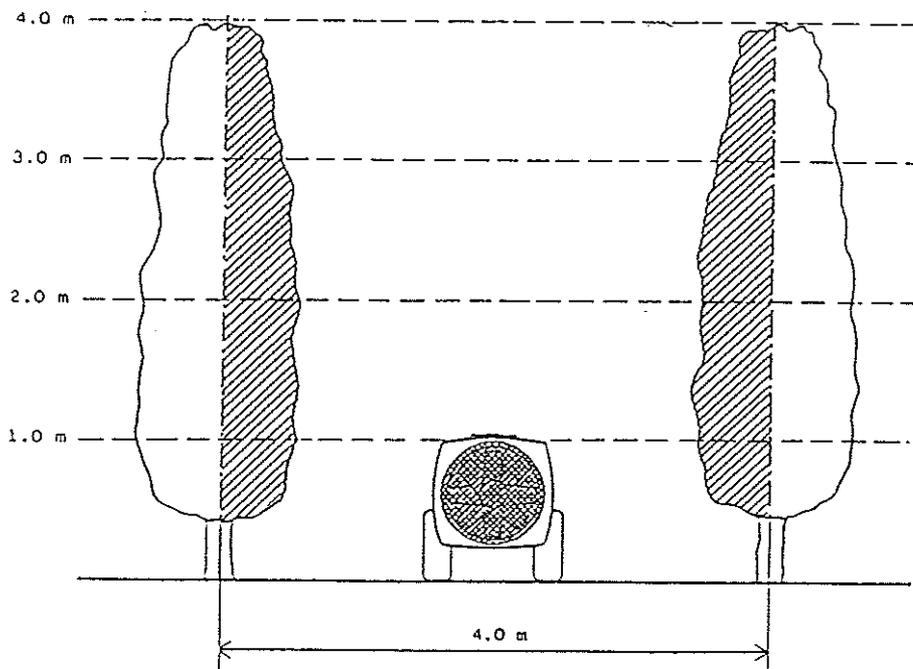


FIGURA 2.- Estudio de la dinámica de P. ulmi en manzanos: las zonas de seguimiento se corresponden con cada una de las ocho áreas rayadas.

Dicho número de hojas es superior al recomendado por otros autores para el muestreo de poblaciones de ácaros en frutales (García-Mari, Costa-Comelles y Ferragut, 1986; Costa-Comelles, 1989; Ciba-Geigy, 1978), pero dada la variabilidad esperada en los resultados, se prefirió aumentar el número de hojas, máxime si consideramos que en algunos ensayos se realizaron dos repeticiones por tratamiento.

Estos datos permitieron determinar la densidad media de población para cada zona y fecha de conteo.

2.3.1.1.2 Psila del peral

En aquellos ensayos preliminares en los que se realizó un seguimiento de psila, se cuantificaron los niveles de población mediante conteos con cadencia quincenal aproximadamente (Ensayos 2 y 3).

En cada conteo se utilizó una muestra de veinte hojas procedentes de dos brotes elegidos al azar en los árboles situados en la zona central de cada parcela elemental. Con la ayuda de lupa binocular se determinó en cada caso el número de ninfas presentes en la muestra, expresándose los resultados en número de ninfas por hoja.

En los ensayos a escala experimental se mejoró sensiblemente el procedimiento de muestreo, determinándose la densidad de plaga el día anterior al tratamiento insecticida y, posteriormente en dos fechas como mínimo dentro del período de 18 días siguientes a la aplicación.

Los conteos se realizaron a partir de una muestra mínima de 12 brotes, de 45 cm de longitud, por cada zona de los árboles estudiada. Mediante lupa binocular se determinó el número de ninfas presentes en la muestra. En el procedimiento de muestreo para la cuantificación de poblaciones de P.pyri, descrito por otros autores, se proponen 10 brotes por muestra (Rieux y Faivre d'Arcier, 1983, 1984). La variabilidad de los resultados aconsejó nuevamente el incrementar la muestra y aumentar de esta forma la fiabilidad de los datos de poblaciones.

En uno de los ensayos a escala experimental se realizó un seguimiento de la población de P.pyri en diferentes bandas y zonas de las líneas de plantación (FIGURA 3).

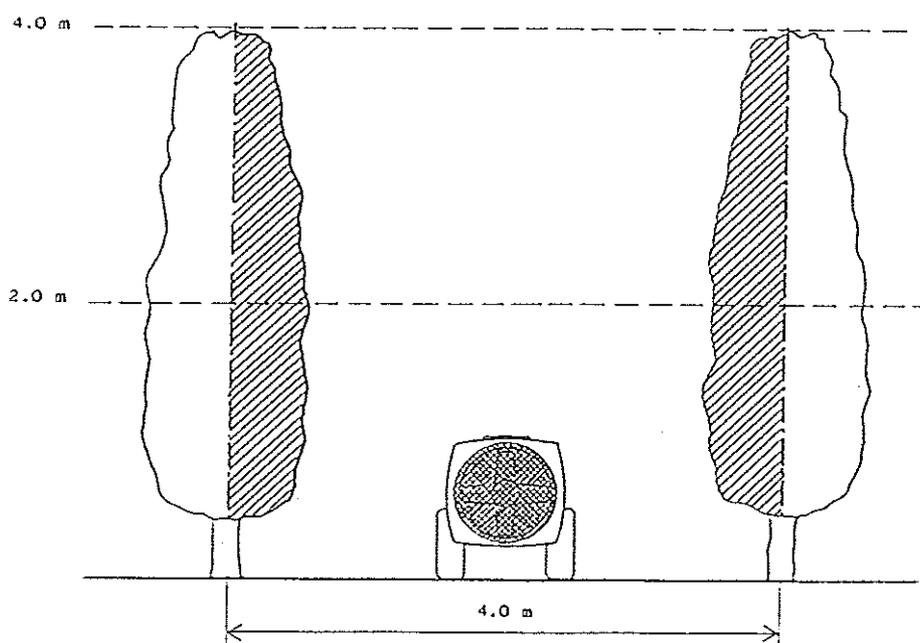


FIGURA 3.- Estudio de la dinámica de P.pyri en perales: las zonas de seguimiento se corresponden con cada una de las cuatro áreas rayadas.

2.3.1.2 Análisis de los datos de poblaciones

En general, en la fecha anterior a la aplicación, la distribución de las poblaciones de P.ulmi y P.pyri sobre las parcelas de ensayo es irregular. El análisis de la varianza de las poblaciones iniciales reveló en algunas experiencias diferencias significativas entre las medias de población de las parcelas asignadas a cada tratamiento.

Asimismo, en el estudio de poblaciones iniciales se detectaron diferencias significativas entre zonas de los árboles en todos los ensayos.

En un primer intento de interpretación de los datos poblacionales se determinó la eficacia de los tratamientos mediante las expresiones propuestas por Abbot o Henderson-Tilton.

Dicho procedimiento se mostró útil en el análisis de poblaciones medias de cada parcela elemental. Sin embargo, en el análisis detallado por zonas de los árboles, se obtenían resultados de difícil interpretación, ya que, si bien los procedimientos citados consideran la incidencia de la población inicial sobre la población posterior al tratamiento, por contra, no permiten diferenciar poblaciones finales elevadas de poblaciones finales reducidas cuando ambas representan proporciones semejantes respecto a la población inicial.

Por todo ello se decidió no adoptar las fórmulas citadas que se basan en el cálculo de índices de la población resultante con respecto a las poblaciones iniciales, adoptándose como procedimiento alternativo para la interpretación

de los resultados, el análisis de covarianza y posteriores pruebas de significación. Dicha metodología se encuentra descrita en el apartado 2.5.

2.3.2 Otros seguimientos biológicos.

Con independencia de los seguimientos poblacionales indicados anteriormente se planificó el estudio del nivel de daños detectables en frutos, en época de recolección, causados por los moteados del manzano, V. inaequalis y del peral, V. pirina.

Sin embargo las circunstancias meteorológicas habidas durante los años en los que se realizaron los ensayos no favorecieron el desarrollo de infecciones, siendo prácticamente inexistentes los frutos que presentaban signos de ataque. Ello imposibilitó la utilización de estas enfermedades como criterios para la evaluación de diferentes volúmenes.

La situación inversa se produjo en un ensayo en el que se realizaba un seguimiento del nivel de ataque de microlepidópteros minadores de hojas, Ph. blancardella y Ph. corylifoliella. La ausencia de criterios concisos acerca del manejo de la plaga permitía con frecuencia el desarrollo de ataques graves.

En nuestro caso, todas las parcelas de ensayo mostraron por igual niveles de ataque superiores a las 10 minas por hoja, acompañados de un importante proceso de defoliación. Dicha situación inhabilitó totalmente el ensayo a efectos de comparación entre volúmenes y dosis de tratamiento.

2.4 Metodología aplicada en los estudios de deposiciones de producto fitosanitario

2.4.1 Deposiciones en hojas

La cuantificación de deposiciones en diferentes zonas de los árboles tratados se fundamentó siempre en la utilización de un trazador incorporado al caldo fitosanitario a pulverizar.

En aquellos ensayos en los que no intervinieron criterios biológicos de evaluación, el material pulverizado consistió únicamente en agua más el trazador.

En la primera experiencia de deposiciones (Ensayo 24) se utilizó como sustancia trazadora el nitrato cálcico a la dosis de 8000 g/ha. En ensayos sucesivos dicha sustancia fue substituida, puesto que durante la época de ensayos se hace necesaria en plantaciones de manzanos la aplicación de compuestos de calcio para la prevención de alteraciones en los frutos de origen fisiológico. Ello dificultaba la disposición de parcelas que no ofrecieran riesgos de enmascaramiento de los resultados.

El producto adoptado fue en todos los casos un formulado comercial a base de oxiclорuro de cobre, del 50 % de riqueza, Cupravit (R), aplicado a la dosis de 3200 g/ha.

Para el análisis de deposiciones se partió de muestras de 20 hojas, las cuales se lavaron con 50 cm³ de solución de ácido clorhídrico al 1% (v/v). El medio líquido de lavado fue recuperado y sometido a centrifugado (3500 r/min,

durante 10 min) para separar sólidos en suspensión. Sobre la muestra clarificada se analizó el contenido en Ca^{++} o Cu^{++} mediante un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer mod. 5000.

Por otra parte, mediante un equipo de análisis de imagen, Optomax V de AMS, se determinó la superficie total de las 20 hojas integrantes de cada muestra.

A partir de estos valores se calculó la deposición de substancia trazadora por unidad de superficie foliar ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$).

En las experiencias desarrolladas sobre plantaciones de manzano se cuantificaron deposiciones en doce zonas de cada parcela elemental, seis en cada banda de tratamiento (FIGURA 4). En ensayos sobre peral las zonas para el análisis de deposiciones se redujeron a ocho, cuatro en cada banda (FIGURA 5).

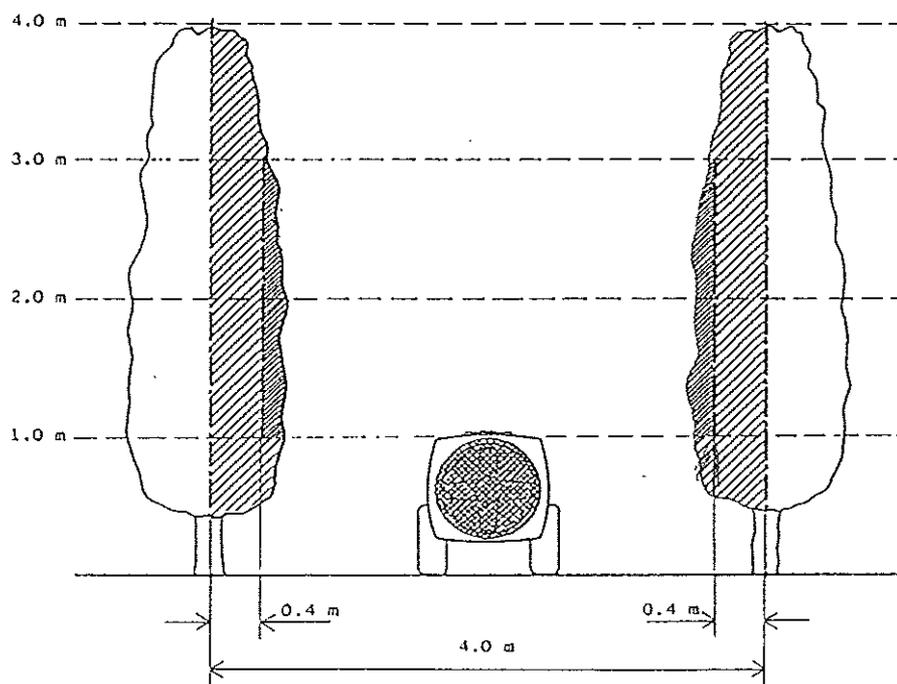


FIGURA 4.- Estudio de deposiciones en manzanos: las zonas para la toma de muestras se corresponden con cada una de las doce áreas rayadas.

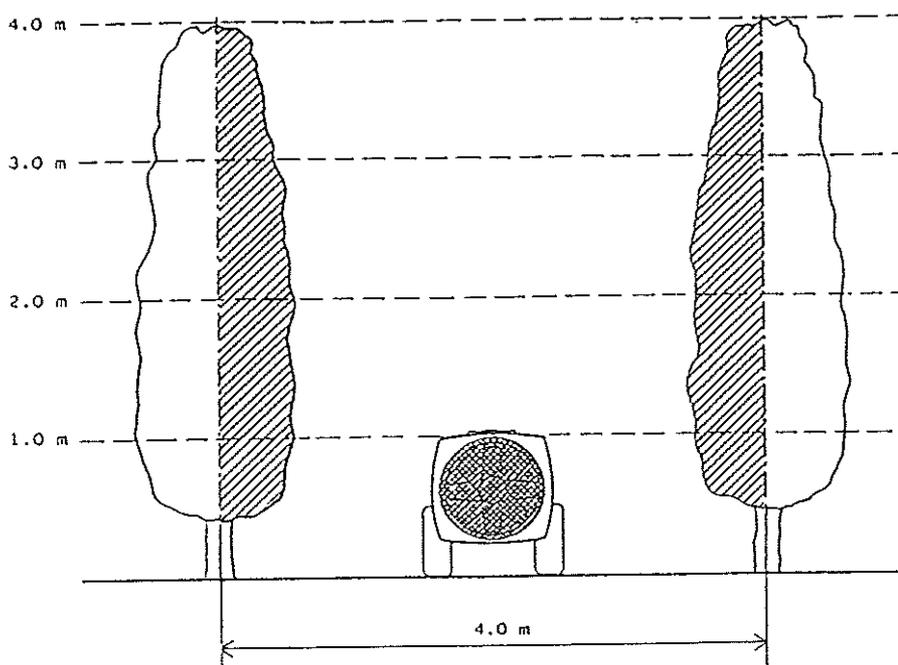


FIGURA 5.- Estudio de deposiciones en perales: las zonas para la toma de muestras se corresponden con cada una de las ocho áreas rayadas.

La diferencia de planteamiento se justificó en base a que las líneas de plantación en palmeta regular de manzano presentaban un porte sensiblemente más voluminoso y denso que las de peral. Esta circunstancia suponía en principio una mayor dificultad a la penetración del producto en las zonas interiores del árbol, justificando el estudio diferenciado de deposiciones entre las zonas interiores y exteriores de los árboles.

2.4.2 Deposiciones en la superficie del suelo

La cuantificación del producto fitosanitario depositado en la superficie del suelo se realizó utilizando las mismas sustancias trazadoras y dosis que en el caso de la deposición en hojas.

Para la recogida de producto fitosanitario, se situaron en la zona de goteo de los árboles entre 4 y 8 colectores rectangulares de material plástico de 180 x 255 mm, por parcela elemental, la mitad de los cuales se colocaron en la banda izquierda y la otra mitad en la banda derecha del tratamiento (FIGURA 6).

El proceso analítico y de cálculo de deposiciones empleado fue similar al descrito para la deposición en hojas.

En el ensayo para la valoración diferenciada de la deposición originada por goteo del árbol de la deposición obtenida por acción directa del pulverizador se utilizó un dispositivo doble de colectores. La mitad fueron retirados al ritmo de avance del pulverizador, inmediatamente después de su paso, y con anterioridad al inicio del fenómeno del goteo.

2.4.3 Determinación de las fracciones de pérdidas (Ensayo 24)

Para la determinación de las fracciones de pérdidas originadas en el proceso de pulverización, se partió del análisis de las deposiciones alcanzadas en los árboles y en la superficie del suelo. En este caso los colectores de producto se dispusieron en cada parcela elemental en orden a poder estimar, no solamente el producto recogido por efecto del deslizamiento de gotas por la superficie de los árboles, sino también el depositado a lo ancho de las calles de plantación (FIGURA 7).

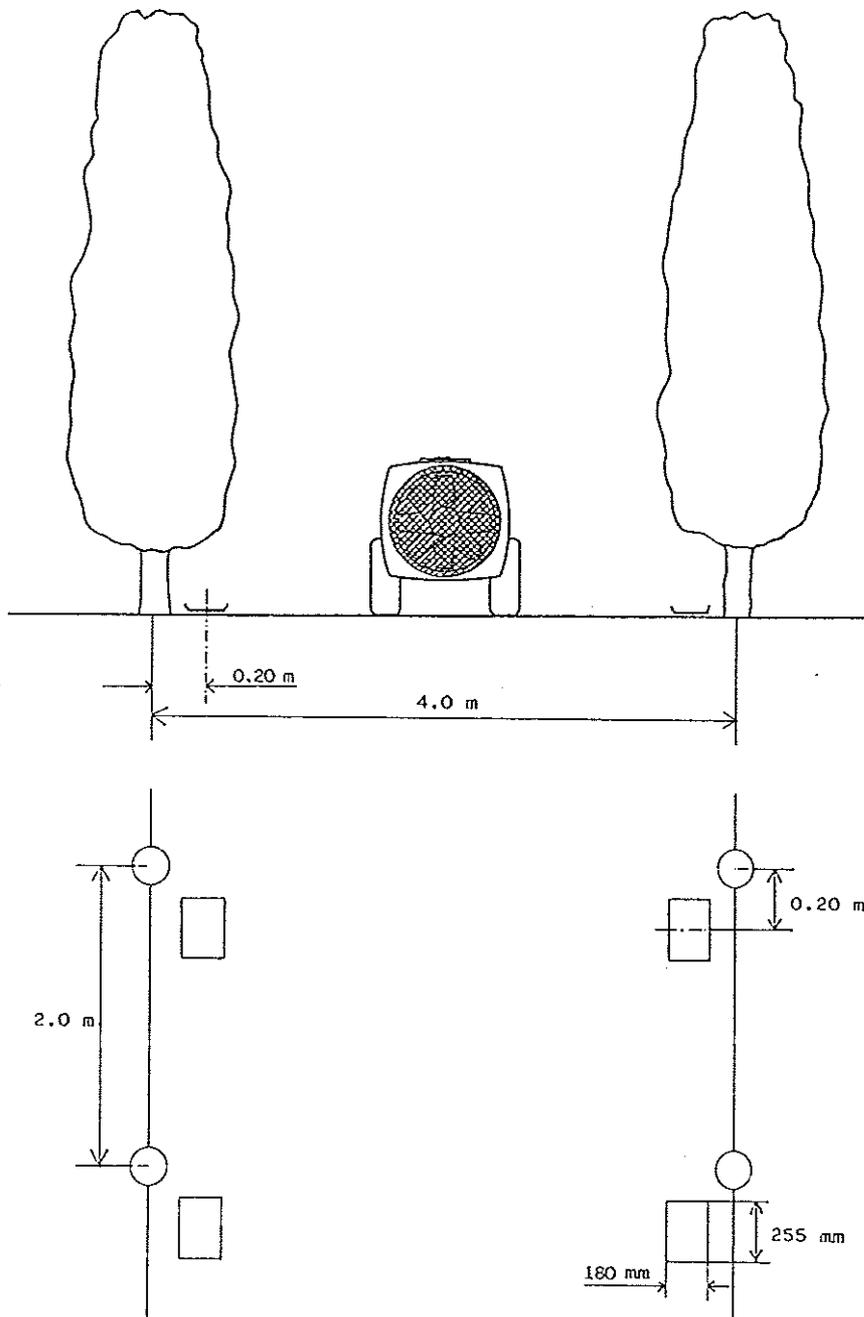


FIGURA 6.- Disposición de colectores en parcelas de ensayo, manzano y pera, para el estudio de deposiciones en la superficie del suelo.

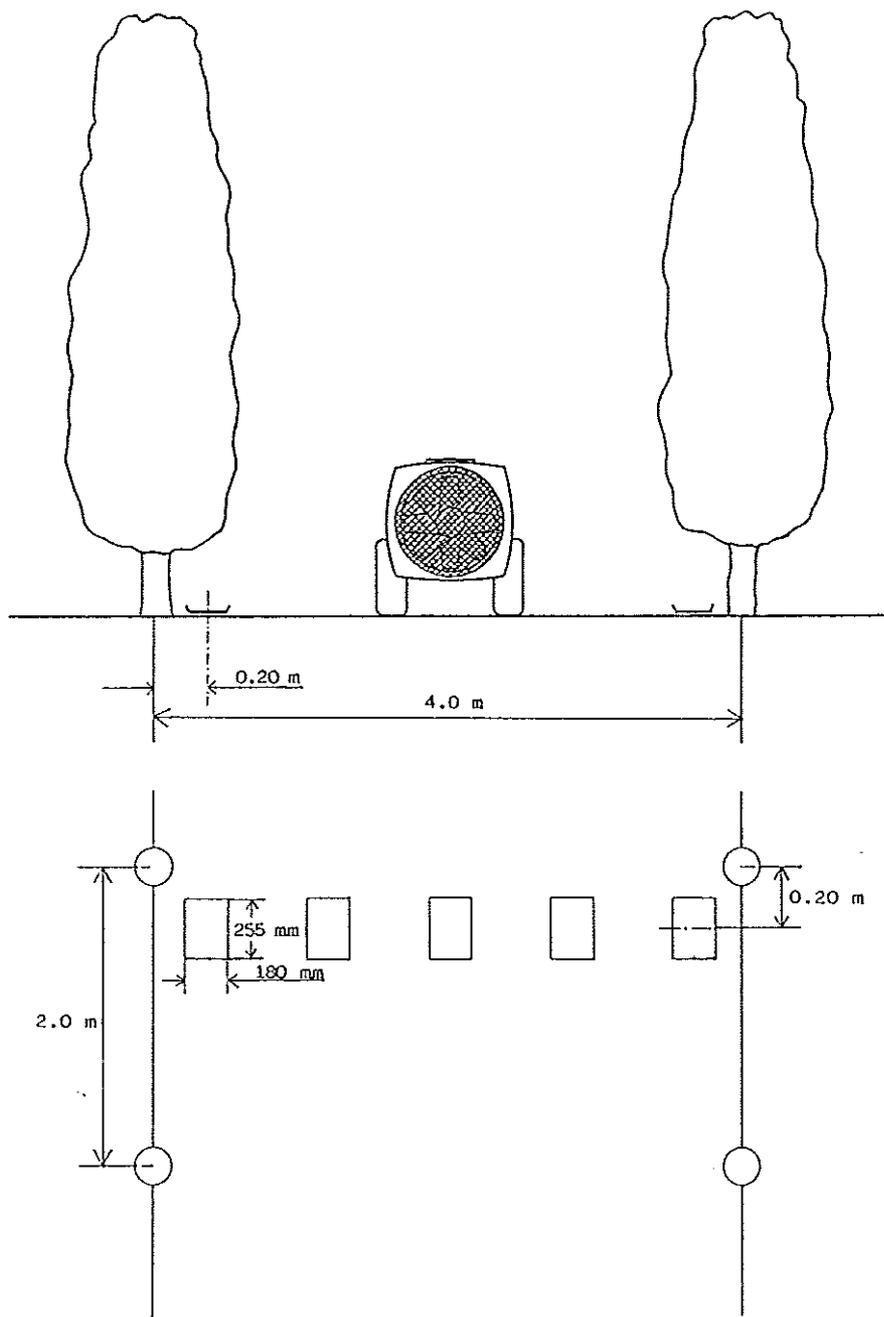


FIGURA 7.- Disposición de colectores en parcelas de ensayo para la determinación de la fracción de pérdidas de producto en la superficie del suelo.

Para el cálculo de la proporción de pérdidas de producto en el suelo, se utilizó la siguiente expresión:

$$Ps = [Ds \cdot 100/T] \cdot 100$$

donde Ps representa la proporción de pérdidas, Ds la deposición media en el suelo ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) y T el producto total aplicado (g/ha).

Por otra parte se calculó el porcentaje que representa el producto depositado sobre los árboles con respecto al producto total distribuido, a partir de la siguiente expresión:

$$R = [Df \cdot LAI \cdot 100/T] \cdot 100$$

donde R representa dicho porcentaje, Df es la deposición media alcanzada en la superficie foliar ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$); LAI, el índice de área foliar (superficie foliar/superficie de cultivo) y T el producto total aplicado (g/ha).

El porcentaje de producto depositado equivale a la tasa de recuperación, término que expresa precisamente la fracción de producto en principio útil a efectos del control químico.

Por último, la fracción de pérdidas por evaporación o deriva, Pa, se estimó por diferencia:

$$Pa = 100 - Ps - R$$

La determinación del LAI se realizó mediante procedimiento mixto de planimetría foliar y determinación de masa foliar con carácter independiente para cuatro zonas o estratos de vegetación: 0-1 m, 1-2 m, 2-3 m, 3-4 m. Este método permitió conocer la distribución estratificada de la superficie foliar y consecuentemente del producto aplicado.

El procedimiento empleado se basó en la previa obtención de cuatro ecuaciones de regresión, una por estrato de vegetación, entre masa y superficie foliar. A continuación se determinó la masa total de las hojas existentes en cada estrato en un árbol que se consideró representativo de la plantación.

Por último se estimó el número de hojas y la superficie foliar de cada estrato en base a las ecuaciones de regresión a partir de la masa de la totalidad de sus hojas. Para ello, a inicios del mes de septiembre se despobló por completo un segmento de seto frutal de dos metros de longitud, equivalente a la distancia entre pies en las líneas de plantación. Las hojas extraídas, convenientemente agrupadas por estratos de vegetación, fueron posteriormente procesadas en laboratorio.

2.5 Análisis estadístico de los resultados.

2.5.1 Ensayos de la fase preliminar

Para establecer comparaciones entre las densidades sucesivas de las poblaciones de fitófagos, presentes en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes a lo largo del período de ensayo, se estudiaron dichos datos mediante análisis de la varianza.

Cuando se obtuvieron diferencias entre medias con una significación estadística inferior a 0.05 se utilizó para su separación la prueba de Rango Múltiple de Duncan, adoptando un nivel de significación en todos los casos inferior a 0.05.

2.5.2 Ensayos a escala experimental

De forma general estas experiencias se plantearon como diseño factorial en parcelas subdivididas, actuando como factores el volumen del tratamiento, la banda de aplicación y la zona de los árboles.

En aquellos ensayos en los que intervenían estudios poblacionales, se procedió a eliminar el efecto lineal de la densidad de población inicial sobre las poblaciones posteriores al tratamiento mediante análisis de covarianza entre ambas variables.

Para ello se calcularon rectas de regresión para cada volumen, banda o zona de los árboles estudiada que fueron comparadas, por su pendiente u ordenada en origen, mediante análisis de la varianza con una significación estadística inferior a 0.05.

La separación entre rectas de regresión se consiguió mediante el Test de Tukey, adoptando en todos los casos un nivel de significación inferior a 0.05.

Por último, los resultados de los dos ensayos destinados a evaluar la relación existente entre la deposición y la densidad inicial de plaga con la densidad posterior al tratamiento, se estudiaron mediante regresión múltiple, actuando la densidad de población posterior al tratamiento como variable dependiente.

2.6 Maquinaria utilizada en los ensayos.

Tanto en los ensayos preliminares como en los ensayos a escala experimental, para la distribución a muy bajo volumen, 100 L/ha, se utilizó la técnica de pulverización centrífuga.

Por contra, las aplicaciones a bajo volumen, 400-500 L/ha, y a alto volumen, 1500-1600 L/ha, se basaron en la técnica de pulverización hidráulica, empleando para ello boquillas convencionales.

En todos los casos los equipos utilizados fueron pulverizadores hidroneumáticos sobre los que se instalaron los dispositivos de pulverización, cabezales rotatorios o boquillas, necesarios para las condiciones de cada ensayo.

Se dispuso de dos máquinas concebidas expresamente para la realización de los ensayos. En primer lugar la máquina experimental Pamany (Mecánicas Reunidas Pamany, S.A.), cuya intervención se ha cifado a aquellas experiencias, tanto en la fase preliminar como en los ensayos a escala experimental, destinadas a la evaluación de la técnica de reducción de volumen y a la evaluación de la técnica de reducción de dosis, en los que se realizaban aplicaciones a muy bajo volumen, 100 L/ha. Mediante un dispositivo de válvulas de accionamiento manual y de portaboquillas de posicionado selectivo, dicha máquina podía pulverizar alternativamente a 100, 400 y 1600 L/ha.

La segunda máquina, también diseñada expresamente para el trabajo, Ilemo experimental (Ilemo Hardi S.A.), se destinó a todos los ensayos a escala experimental realizados a 500 y 1500 L/ha y en toda la serie de ensayos de

regulación y ajuste del pulverizador donde el volumen aplicado fue de 800 L/ha. Dicha máquina disponia también de un sistema de portaboquillas con posiciones selectivas para modificar el volumen de tratamiento.

El interés de dichos modelos experimentales reside en su elevada capacidad operativa sobre las parcelas de ensayo, ya que se trata de máquinas suspendidas al tractor, con depósitos de 200-300 L, ligeramente inclinados para mejorar la acción del sumidero y de dimensiones reducidas. Por lo que respecta a sus características de distribución, estas no difieren de las máquinas de uso generalizado en las explotaciones frutícolas.

Por otro lado, en los Ensayos 1,3,4 y 5 de la fase preliminar, en los que intervenían aplicaciones a 1500 L/ha se dispuso del pulverizador hidroneumático Ilemo 710 SV 2000 de la propia explotación en la que se efectuaban las experiencias.

Asimismo, en el Ensayo 37, en el que se evalúan los efectos del tipo de ventilador, se empleó un pulverizador Tifone Unix 410 (Tifone s.p.a.), equipado de un ventilador de flujo centrífugo.

A continuación se ofrecen detalles sobre las características y prestaciones de las citadas máquinas.

Los valores referentes a caudales de aire han sido calculados a partir de la velocidad media del aire, medida a la salida del ventilador. Para ello se utilizó un anemómetro de aletas de registro electrónico de la firma Wilh. Lambrecht GmbH que proporciona valores medios de velocidad a intervalos de

10 s, con un error inferior al 2% y una resolución de 0.1 m/s.

Los diagramas de velocidades de aire han sido confeccionados en base a las medidas registradas por anemómetros de cazoletas fabricados por Seac, S.A. con un error inferior al 2 % y una resolución de 0.1 m/s. El valor indicado corresponde a la velocidad máxima alcanzada por el viento, al avanzar el pulverizador a 4.00 km/h.

Para la determinación de los caudales suministrados por las boquillas se ha empleado un caudalímetro electrónico que permite medir con un error inferior al 2 % y una resolución de 0.1 L/min, de RDS Farm Electronics Ltd.

La medición de la velocidad de giro de los cabezales centrífugos se ha realizado mediante un tacómetro óptico de la firma Ono Sokki Co., Ltd con una precisión de ± 2 r/min.

Por último, la potencia absorbida por las máquinas se ha determinado mediante un medidor de par modelo TT-111 de Vibrometer, S.A intercalado entre el tractor y la máquina en la transmisión de potencia, con un error máximo de ± 0.1 %.

2.6.1 Pamany experimental.

Descripción general

Pulverizador hidroneumático suspendido, depósito de 300 L de capacidad, ventilador de flujo axial con ocho álabes de aluminio, sentido de giro dextrógiro (FIGURAS 8 y 9).

El régimen nominal de accionamiento de la máquina es de 540 r/min. A dicho régimen la velocidad media de salida del aire es de 19.3 m/s y el caudal de aire impulsado de 22210 m³/h.

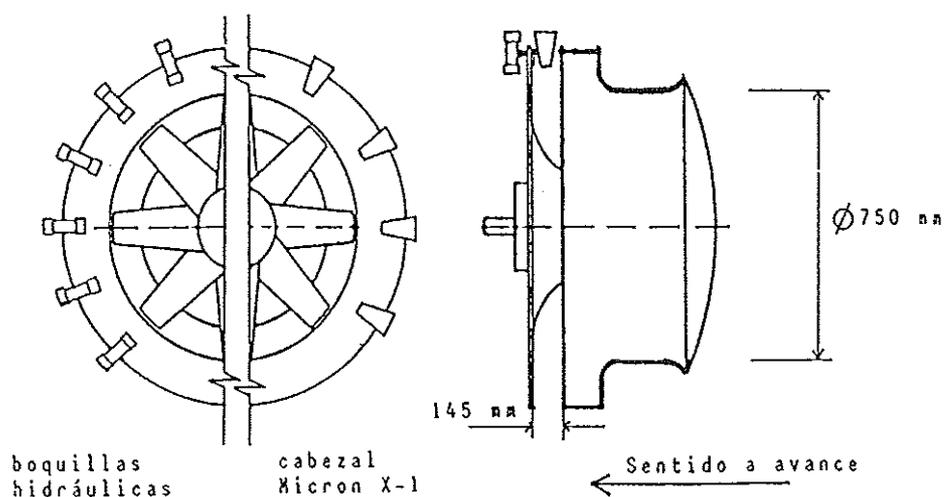


FIGURA 8.- Pulverizador Pamany experimental. Esquema de los dispositivos de distribución.

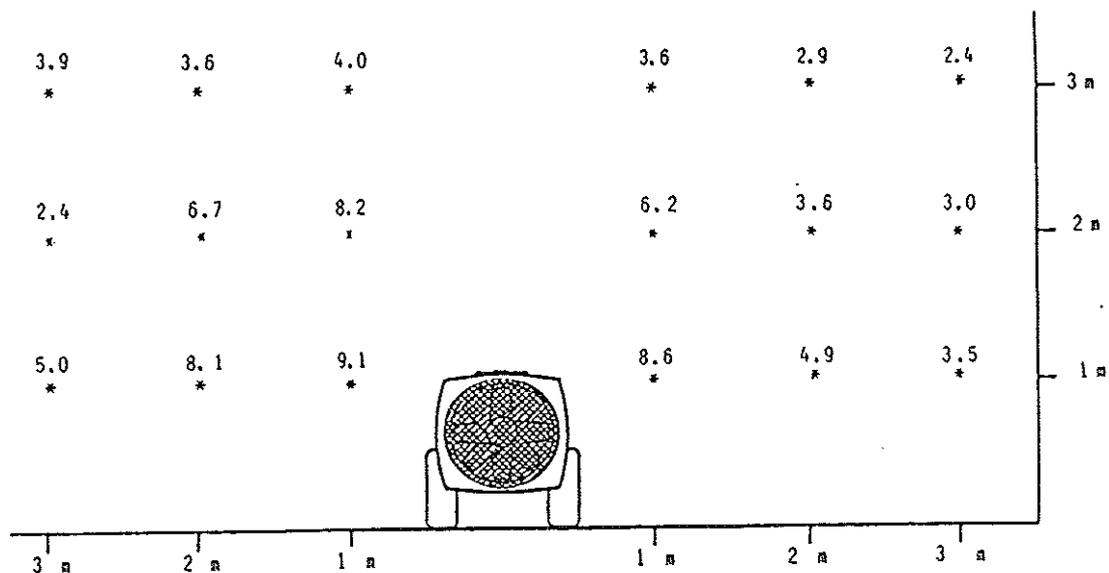


FIGURA 9.- Pulverizador Pamany experimental. Diagrama de velocidades del aire, m/s, a diferentes distancias del eje del ventilador. Los valores han sido registrados al ser accionado el pulverizador a 540 r/min y desplazándose a la velocidad de 4.0 km/h.

Boquillas

- Aplicación a alto volumen (1600 L/ha)

Número, marca, modelo: 12 boquillas HARDI 1999-24, difusor gris

Presión de trabajo: 10.0 bar

Caudal total suministrado: 42.96 L/min

- Aplicación a bajo volumen (400 L/ha)

Número, marca, modelo: 12 boquillas HARDI 1999-08, difusor gris.

Presión de trabajo: 6.0 bar

Caudal total suministrado: 10.2 L/min

- Aplicación a muy bajo volumen (100 L/ha)

Número, marca, modelo: 8 cabezales centrífugos Micron X,1
(2 superiores con restrictor 41, 6 con restrictor 29).

Presión de trabajo: 1.0 bar

Caudal total suministrado: 2.84 L/min

Velocidad media de rotación de los cabezales: 15500 r/min.

2.6.2 Ilemo experimental.

Descripción general.

Pulverizador hidroneumático suspendido, depósito de 200 L de capacidad, ventilador de flujo axial con ocho álabes de aluminio, con deflector estático en la aspiración, sentido de giro levógiro (FIGURAS 10 y 11).

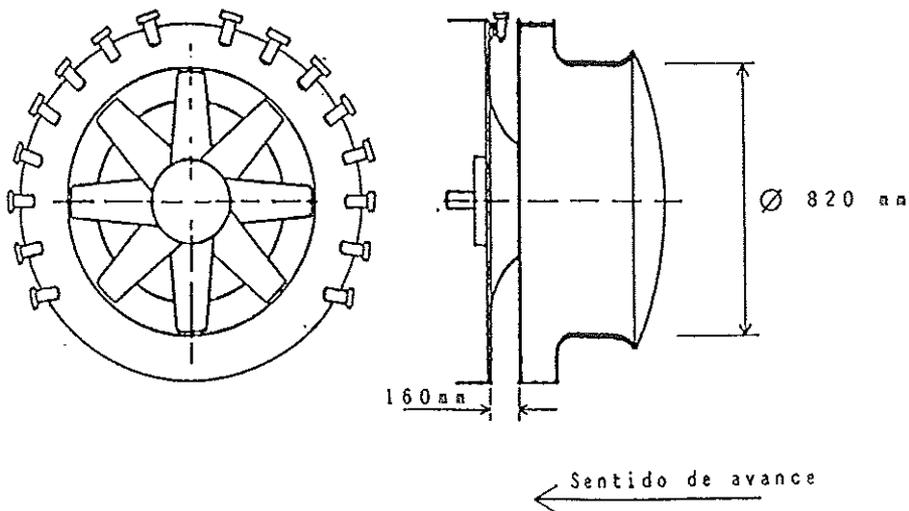


FIGURA 10.- Pulverizador Ilemo experimental. Esquema de los dispositivos de distribución.

El régimen nominal de accionamiento de la máquina es de 540 r/min. A dicho régimen la velocidad media de salida del aire es de 23.6 m/s, el caudal de aire impulsado 32638 m³/h y la potencia absorbida 13.57 kW. En estas condiciones el consumo específico de energía se sitúa en 1.47 kJ/m³.

Al régimen de 400 r/min, la velocidad media de salida del aire es de 20.3 m/s, el caudal de aire impulsado 28159 m³/h y la potencia absorbida 8.37 kW. El consumo específico de energía equivale a 1.07 kJ/m³.

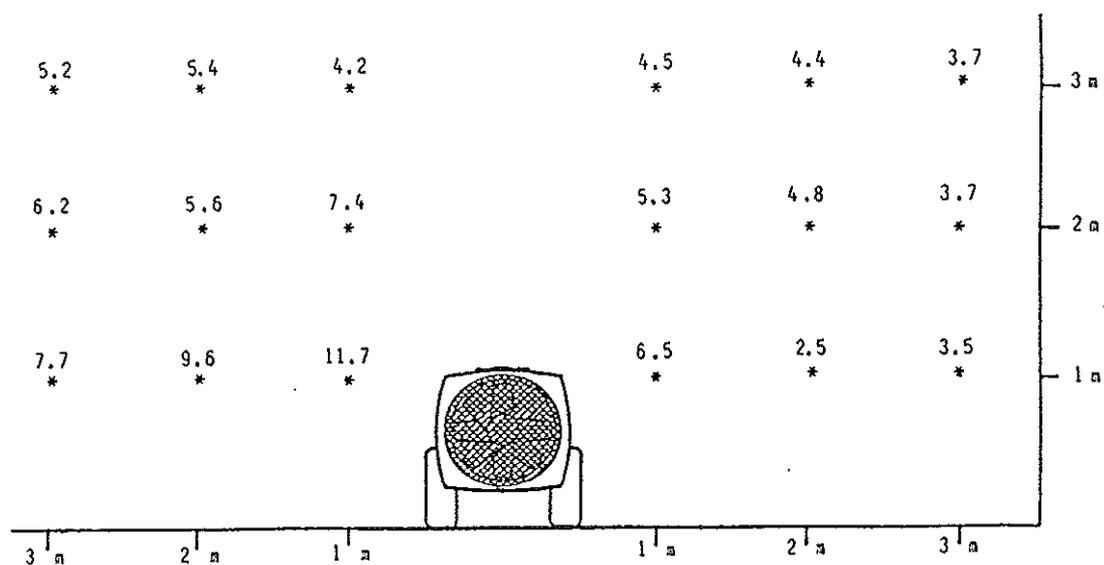


FIGURA 11.- Pulverizador Ilemo experimental. Diagrama de velocidades del aire, m/s, a diferentes distancias del eje del ventilador. Los valores han sido registrados al ser accionado el pulverizador a 540 r/min y desplazándose a la velocidad de 3.8 km/h.

Boquillas

- Aplicación a 500 L/ha.

Número, marca, modelo: 16 boquillas ALBUZ APT,

6 superiores: APT 215 naranja
10 inferiores: APT 212 amarillo

Presión de trabajo: 5.0 bar

Caudal total suministrado: 13.38 L/min.

- Aplicación a 800 L/ha.

a) Distribución 2/3:1/3

Número, marca; modelo: 16 boquillas ALBUZ APT,

6 superiores: APT 230 azul
10 inferiores: APT 212 amarillo

Presión de trabajo: 5.0 bar

Caudal total suministrado: 22.32 L/min.

b) Distribución 1/2:1/2

Número, marca, modelo: 16 boquillas ALBUZ APT 220 rojo

Presión de trabajo: 5.0 bar

Caudal total suministrado: 22.40 L/min.

- Aplicación a 1500 L/ha

Número, marca, modelo: 16 boquillas ALBUZ,

6 superiores: APT 230 azul
10 inferiores: APT 223 verde

Presión de trabajo: 7.5 bar

Caudal total suministrado: 40.02 L/min.

2.6.3 Ilemo 710 SV 2000

Descripción general

Pulverizador hidroneumático arrastrado, depósito de 2000 L de capacidad, ventilador de flujo axial con ocho álabes de aluminio, con deflector estático en la aspiración, sentido de giro levógiro (FIGURAS 12 y 13).

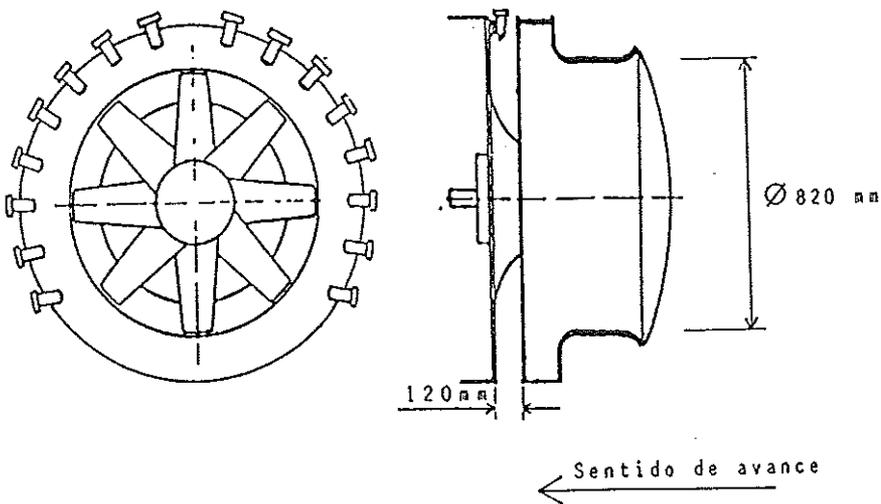


FIGURA 12.- Pulverizador Ilemo 710 SV 2000. Esquema de los dispositivos de distribución.

El régimen nominal de accionamiento de la máquina es de 540 r/min. A dicho régimen la velocidad media de salida del aire es de 34.4 m/s y el caudal de aire impulsado 38650 m³/h.

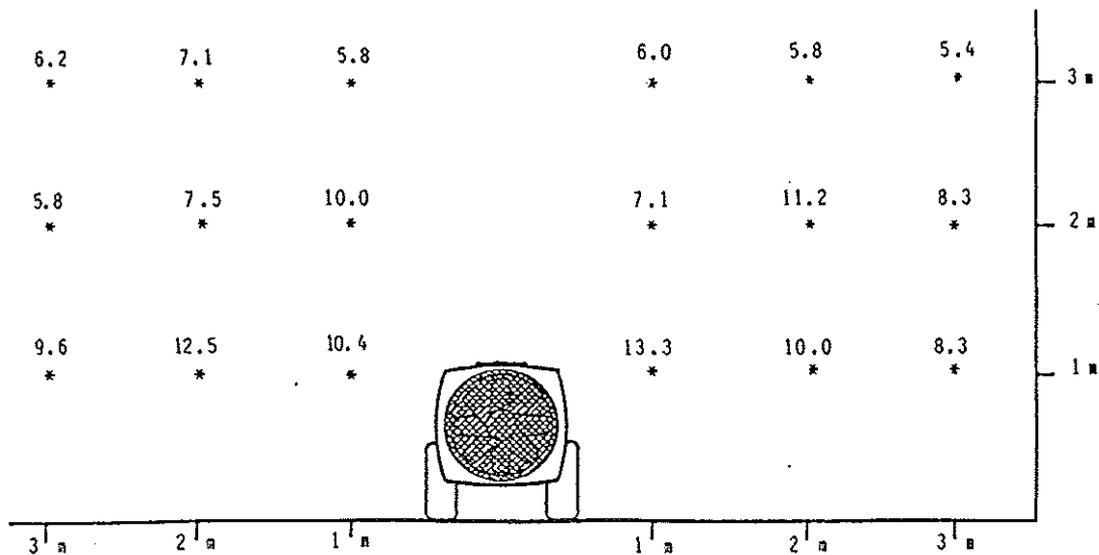


FIGURA 13.- Pulverizador Ilemo 710 SV 2000. Diagrama de velocidades del aire, m/s, a diferentes distancias del eje del ventilador. Los valores han sido registrados al ser accionado el pulverizador a 540 r/min y desplazándose a la velocidad de 4.5 km/h.

Boquillas

- Aplicación a alto volumen (1500 L/ha).

Número, marca, modelo: 16 boquillas ALUGAS:

8 superiores: \varnothing 1,5 mm.

8 inferiores: \varnothing 1,2 mm.

Presión de trabajo: 10.0 bar

Caudal total suministrado: 40.0 L/min

- Aplicación a bajo volumen (500 L/ha).

Número, marca, modelo: 16 boquillas ALBUZ APT:

4 superiores: APT 220

4 medias : APT 212

8 inferiores: APT 210

Presión de trabajo: 7.0 bar

Caudal total suministrado: 14.72 L/min

2.6.4 Tifone Unix 410.

Descripción general

Pulverizador hidroneumático arrastrado, depósito de 1500 L de capacidad, ventilador de flujo radial (FIGURAS 14 y 15).

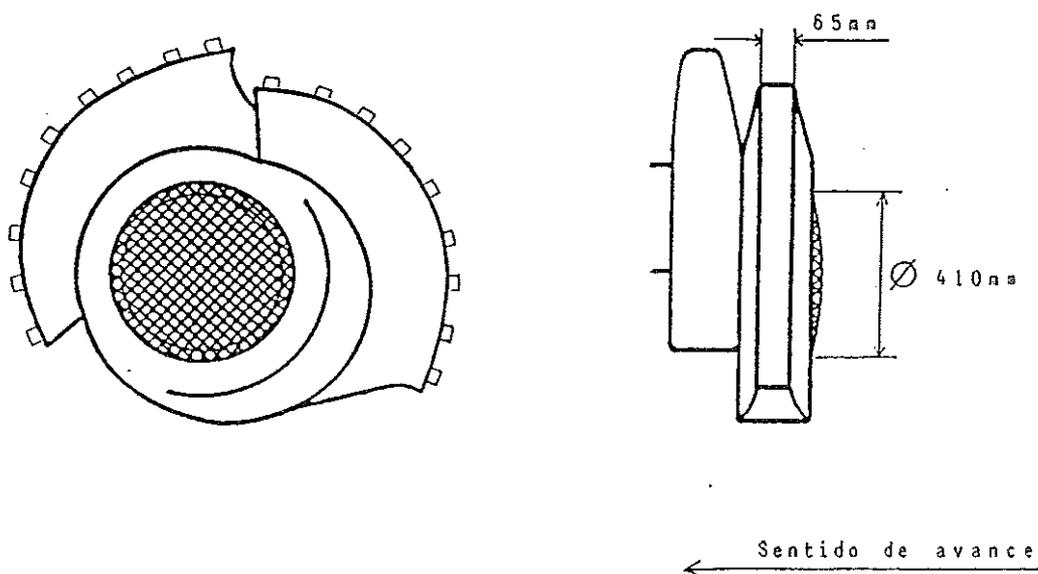


FIGURA 14.- Pulverizador Tifone Unix 410. Esquema de los dispositivos de distribución.

El régimen nominal de accionamiento de la máquina es de 540 r/min. A dicho régimen la velocidad media de salida del aire es de 45.7 m/s, el caudal total de aire impulsado 25424 m³/h y la potencia absorbida de 31.66 kW. En estas condiciones el consumo específico de energía es de 4.48 kJ/m³.

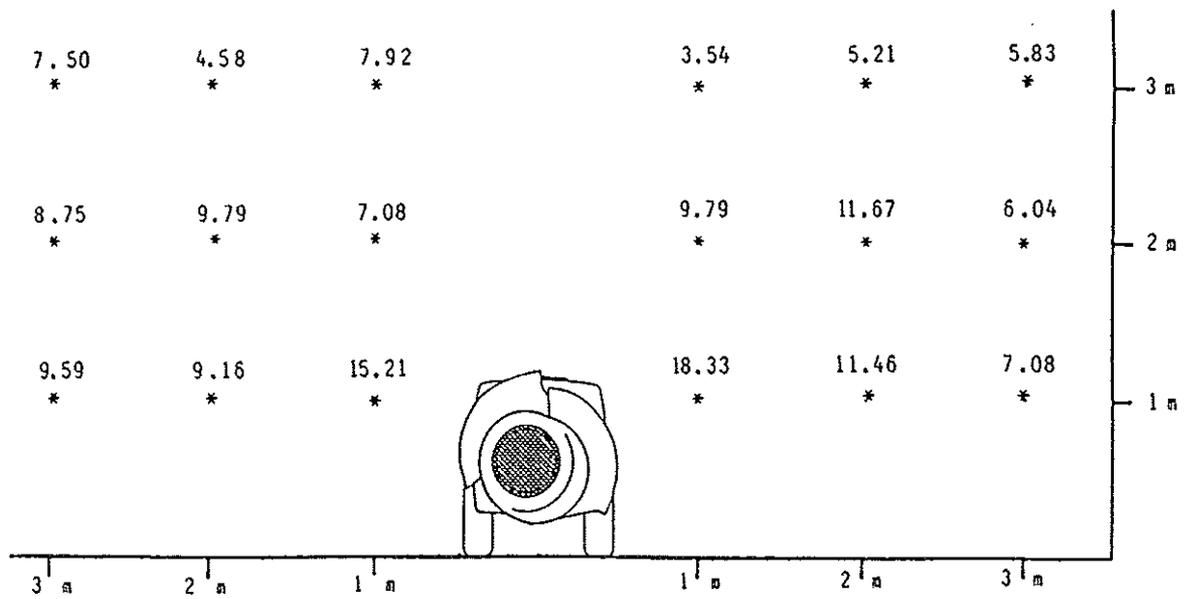


FIGURA 15.- Pulverizador Tifone Unix 410. Diagrama de velocidades del aire, m/s, a diferentes distancias del eje del ventilador. Los valores han sido registrados al ser accionado el pulverizador a 540 r/min y desplazándose a la velocidad de 3.8 km/h.

Boquillas

Número, marca, modelo: 16 boquillas ALBUZ AMTP 220

Presión de trabajo: 5.0 bar

Caudal total suministrado: 22.40 L/min.

2.6.5 Pulverización centrífuga vs. pulverización hidráulica.

En la pulverización a muy bajo volumen, 100 L/ha, se utilizaron cabezales rotativos que permiten fraccionar la preparación a distribuir en gotas de pequeña dimensión, merced a la acción de la fuerza centrífuga imprimida a la vena líquida. El modelo utilizado fue el X-1 (R) de la firma Micron Ltd., el cual había sido igualmente empleado en ensayos realizados en otras zonas frutícolas europeas (Fellay y Antonin, 1982; Baraldi, Ade y Comai, 1982; Vang-Petersen, 1982), e incluso, adaptado recientemente a tratamientos en plantaciones comerciales en Inglaterra y Holanda (Cesari y Bertini, 1988).

Según datos facilitados por el fabricante de dicho dispositivo, el diámetro volumétrico medio (VMD) de la población de gotas producidas al girar el cabezal al régimen de 15500 r/min está comprendido entre 71 y 94 μm (Micron Corporation, 1984).

Como se sabe, dichos espectros dimensionales son particularmente sensibles a las condiciones ambientales, ofreciendo un elevado nivel de riesgo a la deriva y evaporación.

Por contra, la pulverización mediante boquillas convencionales en las que la energía en forma de presión hidrostática es utilizada para fragmentar la preparación líquida, constituye el procedimiento utilizado en las aplicaciones a alto volumen 1500-1600 L/ha y a bajo volumen, 400-500 L/ha.

En ambos casos se ha dispuesto de boquillas de chorro cónico, de las marcas y modelos especificados para cada máquina, fabricadas en material cerámico, con

calibres de salida acordes a las necesidades concretas del tratamiento, trabajando, salvo en ensayos en los que se estudia expresamente los efectos de la presión, a las indicadas en los apartados anteriores.

Datos facilitados por los fabricantes de las boquillas otorgan valores comprendidos entre 200 y 400 μm para el diámetro volumétrico mediano (VMD) de las poblaciones de gotas producidas por estas boquillas.

3. Resultados y discusión

En este apartado se procede en primer lugar a estudiar los resultados de los ensayos de campo, atendiendo a las diferentes fases y objetivos del trabajo experimental, abordando a continuación la discusión general, previa al establecimiento de conclusiones.

Los resultados numéricos de cada ensayo, así como su análisis estadístico, se proporcionan en el Anejo. Para una mejor comprensión y contraste de datos en este apartado se incluyen gráficos correspondientes a los ensayos en los que se realizan seguimientos de poblaciones de fitófagos. Por la misma razón también se han incluido gráficos en la exposición de resultados del ensayo de determinación de pérdidas.

3.1 Ensayos preliminares (Ensayos 1 a 6)

En el conjunto de ensayos no se detectó ningún tipo de dificultad derivada del hecho de que la concentración de la preparación líquida se incrementara hasta 16 veces la concentración recomendada. Al respecto no se plantearon problemas de miscibilidad de los formulados, algunos de ellos en forma de polvo mojable, ni de adaptación de los diferentes componentes de los dispositivos de distribución de la maquinaria.

Por otra parte experiencias destinadas a contrastar la eficacia de diferentes volúmenes de aplicación, Ensayos 1 a 5, apenas revelan diferencias con significado estadístico entre las medias de poblaciones de fitófagos, tanto en las comparaciones establecidas para cada una de las fechas de conteo como para las medias de población alcanzadas durante todo el período de ensayo.

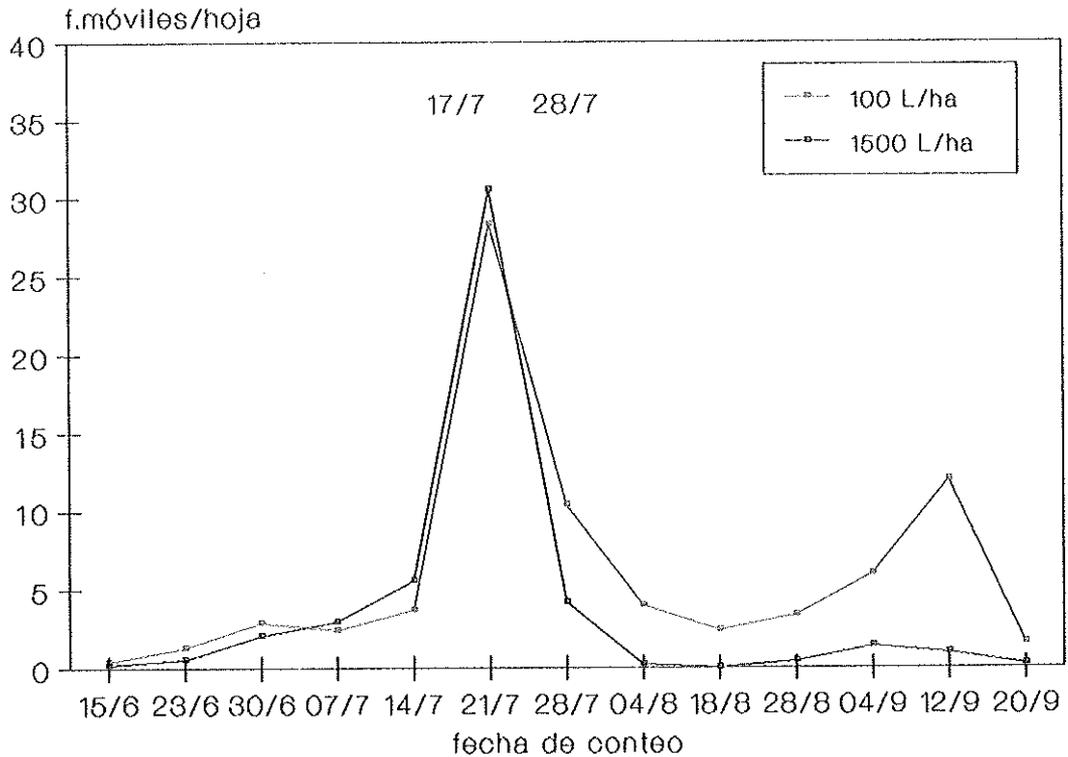


FIGURA 16.- Curvas correspondientes al Ensayo 1 de los valores medios de la población de araña roja existente en parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Sobre el gráfico se indican las fechas en las que se han realizado tratamientos acaricidas. La ausencia de letras sobre las curvas indica que las diferencias entre densidades de población para una misma fecha de conteo no tienen significación estadística (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

Cabe señalar sin embargo las diferencias de población de araña roja, que aparecen en el Ensayo 1, entre los volúmenes 100 y 1500 L/ha a partir del conteo del 28 de julio. A pesar de que los valores medios de población no difieren significativamente, con posterioridad al tratamiento acaricida del 28 de julio, se observa que las parcelas tratadas a muy bajo volumen manifiestan una marcada tendencia a soportar mayores niveles de población (FIGURA 16).

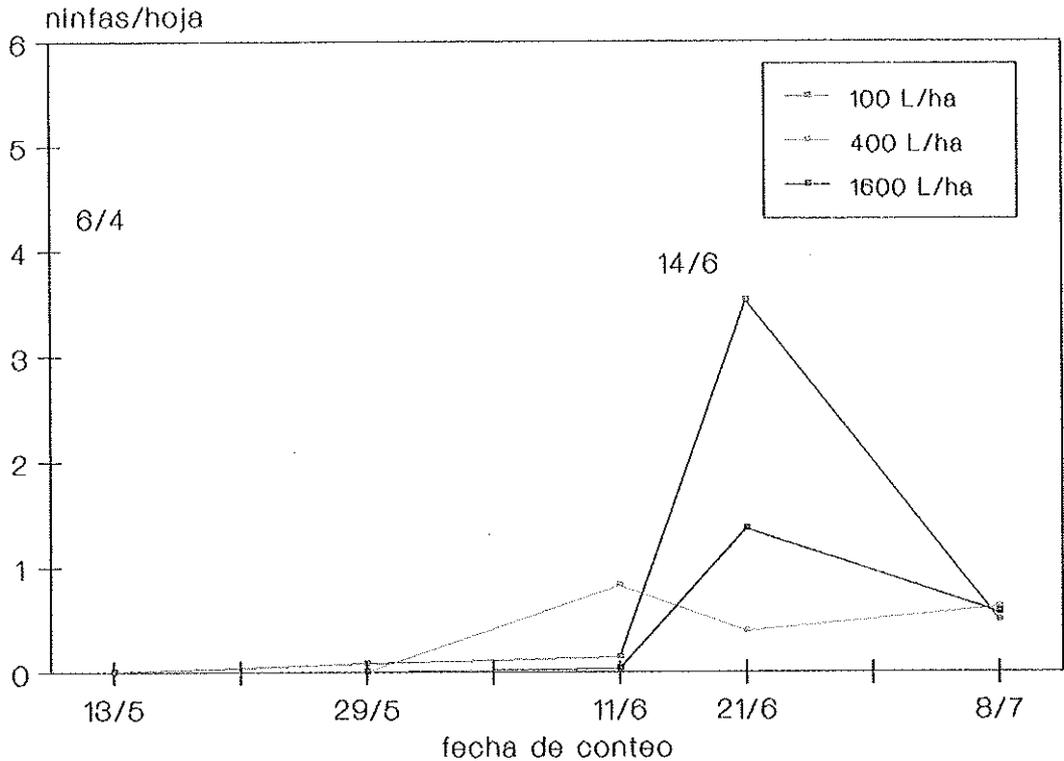


FIGURA 17.- Curvas correspondientes al Ensayo 2 de los valores medios de la población de psila existente en parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Sobre el gráfico se indican las fechas en las que se han realizado tratamientos insecticidas. La ausencia de letras sobre las curvas indica que las diferencias entre densidades de población para una misma fecha de conteo no tienen significación estadística (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

Dicha situación se repite en el Ensayo 2 para el caso de la psila del peral, en el que el primer conteo realizado el 13 de mayo constata niveles nulos de población de psila para el conjunto de parcelas de ensayo y posteriormente, después de un tratamiento insecticida, la densidad de población de las parcelas tratadas a 100 L/ha alcanza, en el día 21 de junio, un valor superior al de los otros dos volúmenes ensayados, aunque de nuevo en ausencia de significación estadística (FIGURA 17). El valor más elevado del ensayo, 3.53 ninfas/hoja, es precisamente el de la media del día 21 de junio para las parcelas tratadas a 100 L/ha.

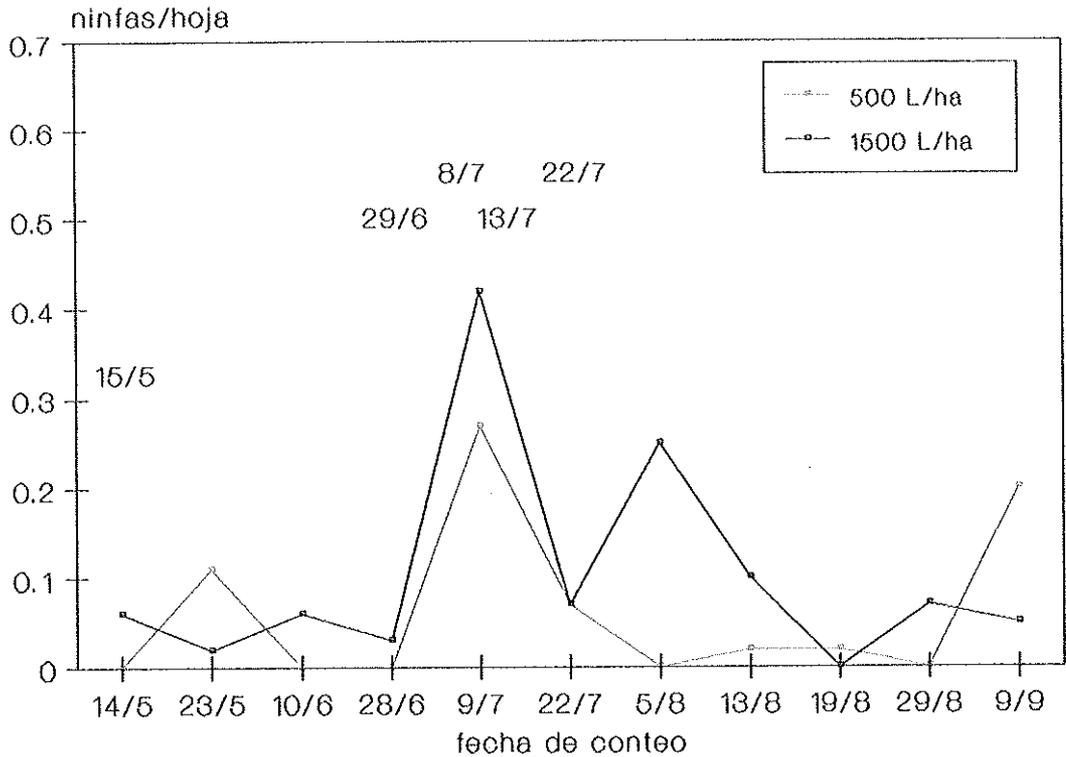


FIGURA 18.- Curvas correspondientes al Ensayo 3 de los valores medios de la población de psila existente en parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Sobre el gráfico se indican las fechas en las que se han realizado tratamientos insecticidas. La ausencia de letras sobre las curvas indica que las diferencias entre densidades de población para una misma fecha de conteo no tienen significación estadística (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

La misma tendencia se aprecia nuevamente en los resultados del Ensayo 3, donde las densidades medias de población no superan el valor de 0.42 ninfas/hoja alcanzado el día 9 de julio en las parcelas tratadas a 1500 L/ha (FIGURA 18). Parece pues deducirse que, para densidades de población bajas, no se producen diferencias relevantes entre volúmenes de aplicación en el control de psila.

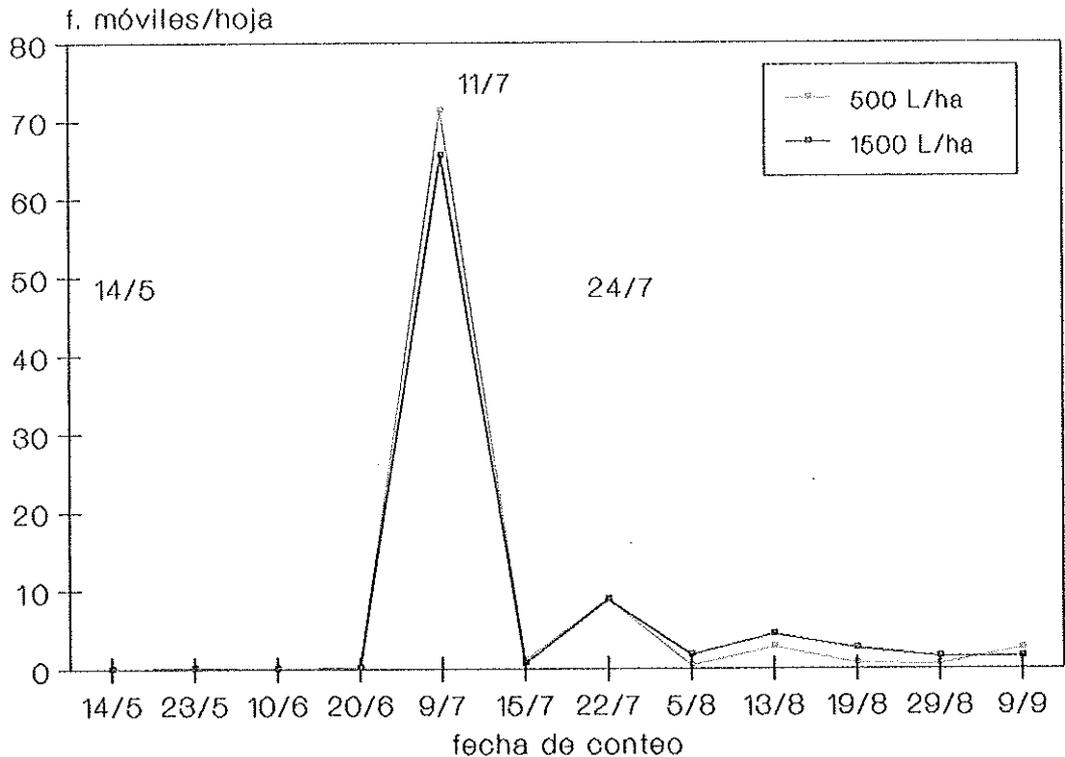


FIGURA 19.- Curvas correspondientes al Ensayo 4 de los valores medios de la población de araña roja existente en parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Sobre el gráfico se indican las fechas en las que se han realizado tratamientos acaricidas. La ausencia de letras sobre las curvas indica que las diferencias entre densidades de población para una misma fecha de conteo no tienen significación estadística (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

El Ensayo 4 muestra importantes oscilaciones en la densidad de araña roja. En este caso se alcanzan valores máximos, muy elevados, en el conteo del 9 de julio en las parcelas tratadas tanto a 500 como a 1500 L/ha. Posteriormente se dan dos máximos más, 22 de julio y 13 de agosto, aunque de valor absoluto muy inferior al anterior (FIGURA 19). Dichas oscilaciones se producen de forma muy similar en ambos volúmenes. Así pues, en este ensayo, los tratamientos acaricidas alcanzan resultados semejantes, con independencia de la densidad de población presente en el instante de la aplicación.

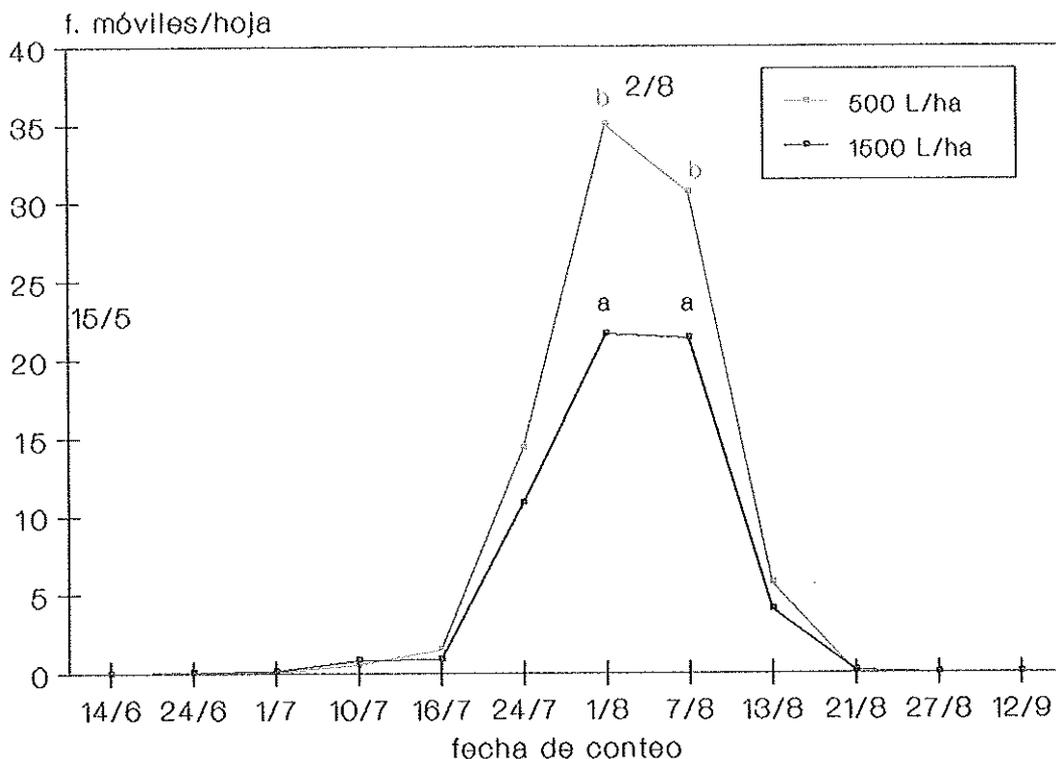


FIGURA 20.- Curvas correspondientes al Ensayo 5 de los valores medios de la población de araña roja existente en parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Sobre el gráfico se indican las fechas en las que se han realizado tratamientos acaricidas. Valores señalados por distinta letra difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

El Ensayo 5 revela resultados deficientes para las aplicaciones a 500 y 1500 L/ha. Los tratamientos acaricidas del 15 de mayo y del 2 de agosto se muestran en ambos casos ineficaces para controlar correctamente la plaga. Cabe destacar que las medias de los días 1 y 7 de agosto difieren estadísticamente en detrimento del tratamiento a 500 L/ha, si bien, el valor alcanzado en las parcelas tratadas a 1500 L/ha tampoco es aceptable por cuanto supone densidades netamente perjudiciales para la plantación (FIGURA 20).

Puede suponerse en principio que las deficiencias de control en las fechas señaladas no son imputables directamente a las operaciones de distribución, sino que tal vez se trate de que las materias aplicadas, dicofol y dinobuton, adolecen en este caso de reducida actividad acaricida.

En definitiva, por lo que respecta al control de la araña roja (Ensayo 1), los tratamientos a muy bajo volumen, 100 L/ha, parecen indicar cierta tendencia a mostrarse menos eficaces que los tratamientos convencionales a 1500 L/ha. En cambio, las aplicaciones a bajo volumen, 500 L/ha, consiguen resultados del mismo orden que los tratamientos convencionales (Ensayos 4 y 5).

Otros autores consiguen resultados semejantes utilizando igualmente como criterio de evaluación los niveles de población de araña roja. Cuando las densidades de población son elevadas, las aplicaciones a 100 L/ha resultan menos eficaces que a 400 L/ha (Fellay y Antonin, 1982). También, ensayos realizados en la zona frutícola de l'Adige (Italia) revelan diferencias de entre las poblaciones de las parcelas tratadas a muy bajo volumen, 130-150 L/ha, y las tratadas a alto volumen, 1300-1500 L/ha (Comai, Baraldi y Ade, 1985). También, Fellay y Antonin (1983) y Vigl (1987) obtienen resultados similares para las aplicaciones a bajo volumen, 400-500 L/ha, y los tratamientos convencionales.

Respecto al control de psila mediante tratamientos a volumen reducido (Ensayos 2 y 3) no pueden contrastarse los resultados obtenidos puesto que no se dispone de antecedentes sobre el tema.

El Ensayo 6 constituye la única experiencia dedicada a estudiar los efectos de los tratamientos a dosis reducida. Se inicia con niveles de población prácti-

camente nulos en el conjunto de parcelas, mateniéndose dicha situación, posiblemente por efecto del tratamiento del día 24 de abril, hasta prácticamente finales del mes de mayo. Es durante el mes de junio, y sobre todo a principios de julio, cuando las densidades de población aumentan considerablemente.

Sin embargo dichas variaciones no son coincidentes entre los diferentes volúmenes y dosis ensayados. El tratamiento del 14 de junio alcanza resultados significativamente diferentes, en detrimento de la pulverización a muy bajo volumen, 100 (x16) L/ha, y a muy bajo volumen y dosis reducida, 100 (x12) L/ha. En estos casos se alcanzan densidades de población muy elevadas con respecto a las parcelas tratadas a bajo volumen, 400 (x4) y 400 (x3) L/ha, y alto volumen, 1600 L/ha (FIGURA 21).

Cabe destacar en este ensayo la equivalencia de resultados obtenidos por las aplicaciones realizadas a bajo volumen y dosis reducida, 400(x3) L/ha, y los tratamientos a dosis convencional a bajo volumen, 400(x4) L/ha, y a alto volumen, 1600 L/ha. Dichos resultados no son coincidentes con los presentados por otros autores que constatan en todos los casos de reducción de dosis una disminución en el control de araña roja (Antonin y Fellay, 1979, 1988; Comai, Baraldi y Ade, 1985). Dicha discordancia debe atribuirse sin duda a que estos autores operaban en condiciones diferentes a las nuestras, especialmente por lo que se refiere al tipo de formación de las plantaciones.

Por contra, sí existe coincidencia con otros autores en lo referente a la equivalencia de resultados entre los tratamientos a bajo y alto volumen y en el control deficiente de las aplicaciones realizadas a muy bajo volumen (Fellay y Antonin, 1983; Fischer, Probst y Raisigl, 1983; Vigl, 1987).

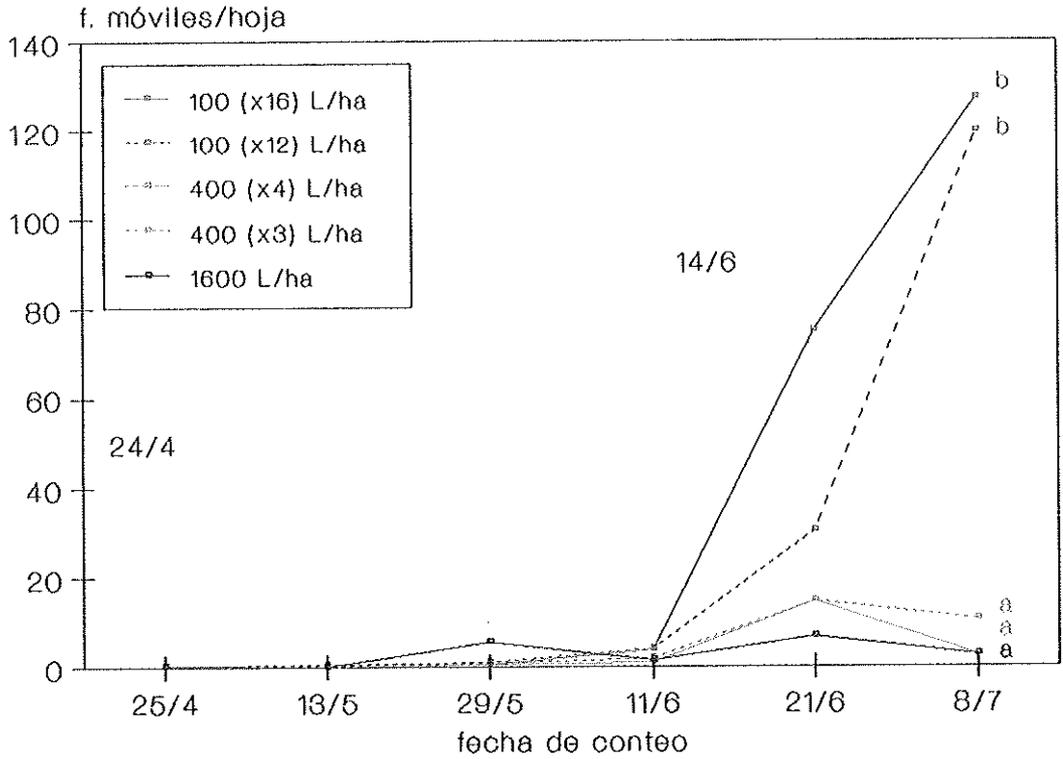


FIGURA 21.- Curvas correspondientes al Ensayo 6 de los valores medios de la población de araña roja existente en parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Sobre el gráfico se indican las fechas en las que se han realizado tratamientos acaricidas. Valores señalados por distinta letra difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

3.2 Ensayos a escala experimental (Ensayos 7 a 40)

3.2.1 Evaluación de la técnica de reducción de volumen (Ensayos 7 a 24)

3.2.1.1 Control de fitófagos (Ensayos 7 a 11)

3.2.1.1.1 Araña roja (Ensayos 7 a 10)

Estudio de las poblaciones iniciales

En primer lugar, cabe observar la distribución de individuos en los diferentes estratos de los árboles. Este aspecto, que naturalmente se encuentra ligado a la ecología de la plaga, interviene como se verá en los resultados globales de control.

Salvo en el caso del Ensayo 10, en el que los niveles de población son sensiblemente inferiores a las del resto de ensayos, la densidad de ácaro aumenta a medida en que se asciende en los árboles, alcanzándose por lo general los valores máximos en el último estrato de vegetación, 3-4 m. Así pues, las diferencias observadas entre las medias de población de las diferentes zonas de los árboles suelen alcanzar niveles de significación en el conjunto de parcelas de ensayo.

Otro aspecto importante del análisis de poblaciones iniciales de araña roja lo constituye el hecho de que, salvo en los valores de las parcelas que se trataran a 100 L/ha en el Ensayo 7, no se detectan diferencias significativas entre las densidades medias de las parcelas elementales, tanto en compara-

ciones establecidas entre medias generales, como las efectuadas entre medias de la misma banda o zona de los árboles.

Esta circunstancia actúa en favor de un correcto planteamiento experimental al uniformizar las condiciones de partida. A pesar de ello, las diferencias existentes, han sido obviadas al comparar las poblaciones posteriores al tratamiento fitosanitario mediante análisis de covarianza.

Por otra parte, en principio no se observan diferencias entre las poblaciones iniciales de las parcelas situadas a una u otra banda de tratamiento, salvo en el caso aislado de las parcelas del Ensayo 7, en el que aparecen diferencias significativas entre las poblaciones situadas a derecha e izquierda. El hecho puede interpretarse como un efecto de factores ambientales como la radiación solar puesto que precisamente, a consecuencia de la orientación de las líneas de plantación de la parcela utilizada en el ensayo, la banda que soporta mayores densidades se encuentra orientada a mediodía. Las posibles anomalías derivadas de esta diferencia son igualmente subsanadas mediante análisis de covarianza.

Estudio general de las poblaciones posteriores a la aplicación

En el caso de los tratamientos dirigidos contra la araña roja, el estudio de medias de las parcelas tratadas a diferentes volúmenes pone de manifiesto que la pulverización a 100 L/ha alcanza resultados mediocres, ya que por lo general, las poblaciones de fitófagos, presentes en fechas posteriores al tratamiento, difieren significativamente con respecto a las poblaciones de las parcelas tratadas a 400 y 1600 L/ha.

Dichas diferencias suelen observarse de inmediato, día +1, y mantenerse hasta el final del período de conteo como en el caso de los Ensayos 7 y 9. Solamente en el Ensayo 8 dichas diferencias no aparecen hasta la última fecha de conteo. (FIGURAS 22, 23 y 24).

Respecto al Ensayo 7 cabe comentar el brusco descenso de población que se observa a partir del día +5 con independencia del volumen de aplicación. Este suceso se explica por la intensa precipitación registrada el día +6, la cual sin duda afectó en su conjunto a las poblaciones de ácaros.

A pesar de ello, la densidad de población de las parcelas tratadas a 100 L/ha continúa manteniendo valores significativamente superiores a las de los otros volúmenes ensayados.

Las medias generales de las densidades de población de las parcelas tratadas a 400 L/ha y 1600 L/ha no difieren entre sí, salvo en dos casos sin relevancia. El primero se produce en el Ensayo 7, día +1, donde la población de las parcelas tratadas a 400 L/ha se sitúa en un valor significativamente superior al de la aplicación a 1600 L/ha (FIGURA 22). El caso contrario se observa en el Ensayo 10, día +5 y día +10, donde los niveles de población sumamente bajos impiden establecer una comparación rigurosa. (FIGURA 25).

Estudio por bandas de las poblaciones posteriores a la aplicación

En el análisis entre volúmenes efectuado por bandas de aplicación, reaparecen normalmente las diferencias y significaciones observadas entre medias generales.

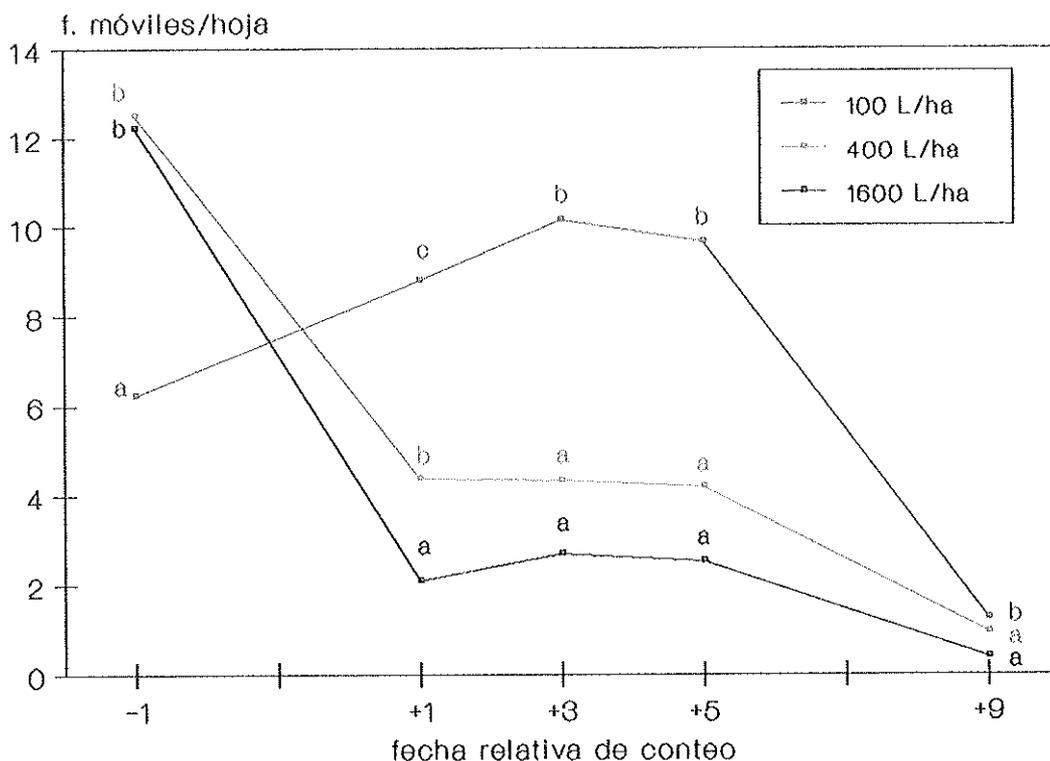


FIGURA 22.- Curvas correspondientes al Ensayo 7 de los valores medios de la población de araña roja existente en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes el día 17 de julio de 1985. Valores señalados por distinta letra difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de los resultados con respecto a la población inicial. Para la prueba de significación se ha aplicado el Test de Tukey ($p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

Si a su vez establecemos comparaciones entre bandas para un determinado volumen, se comprueba igualmente que no existen diferencias destacables entre poblaciones situadas a izquierda o derecha, salvo las excepciones del día +3 y +5 del Ensayo 7.

En definitiva no se observa de forma consistente ningún tipo de interacción entre volúmenes de tratamiento y bandas de aplicación, por lo que a control de la araña roja se refiere.

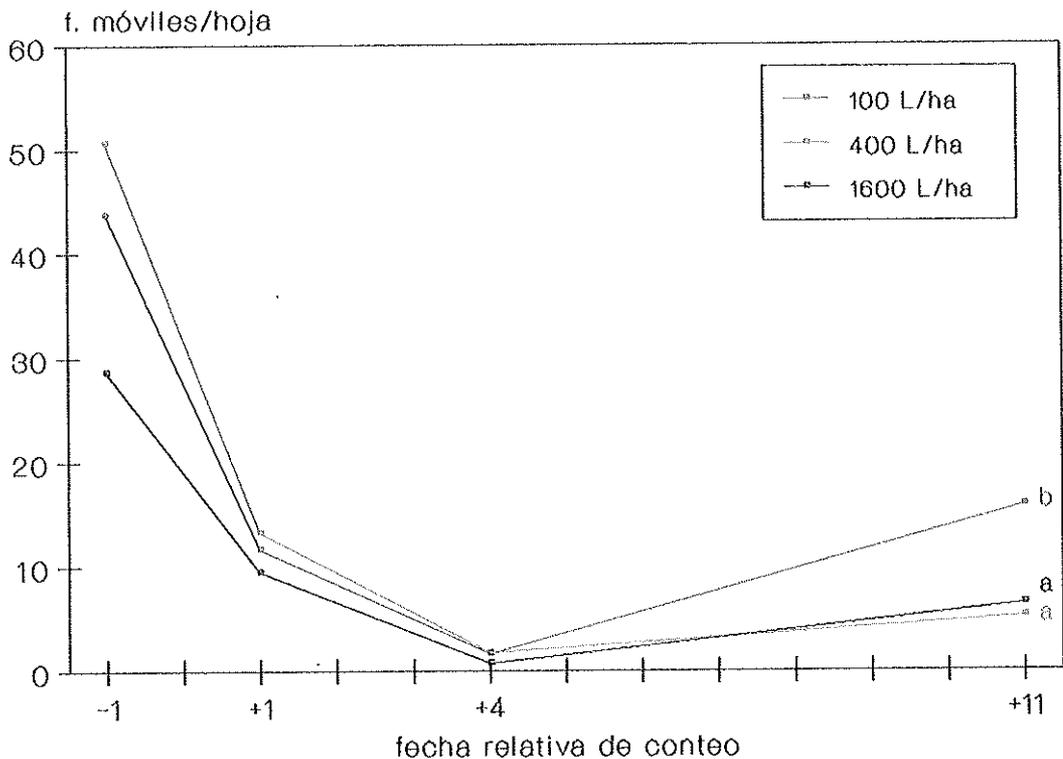


FIGURA 23.- Curvas correspondientes al Ensayo 8 de los valores medios de la población de araña roja existente en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes el día 8 de agosto de 1985. Valores señalados por distinta letra difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de los resultados con respecto a la población inicial. Para la prueba de significación se ha aplicado el Test de Tukey ($p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

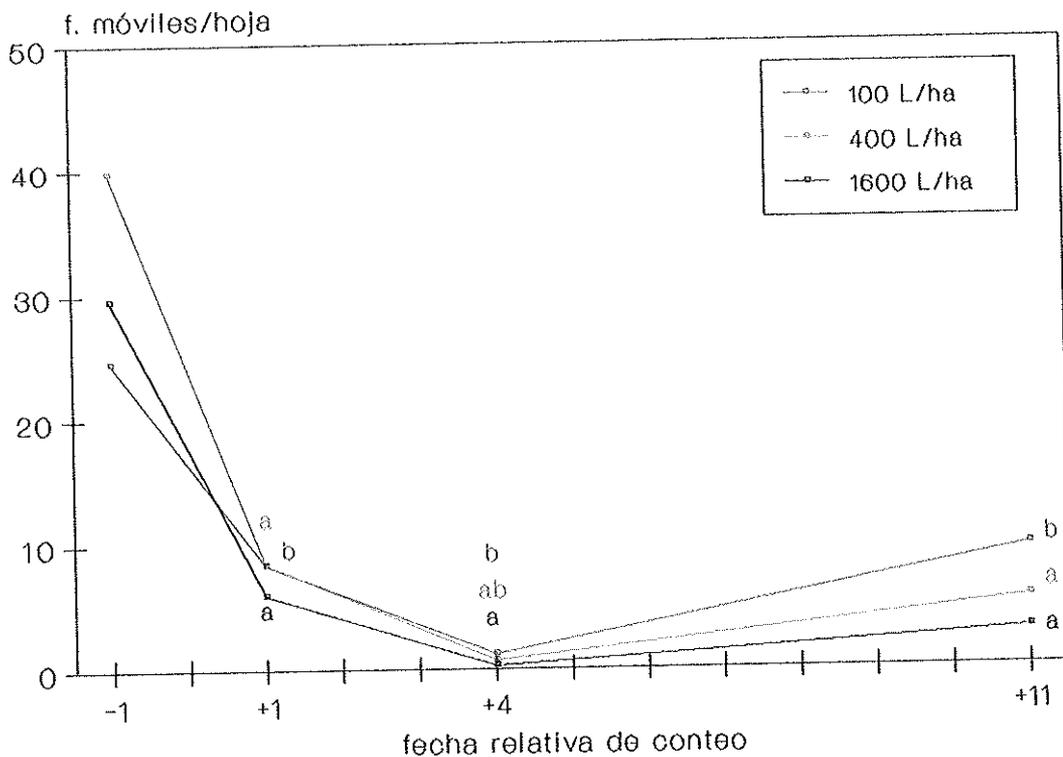


FIGURA 24.- Curvas correspondientes al Ensayo 9 de los valores medios de la población de araña roja existente en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes el día 8 de agosto de 1985. Valores señalados por distinta letra difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de los resultados con respecto a la población inicial. Para la prueba de significación se ha aplicado el Test de Tukey ($p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

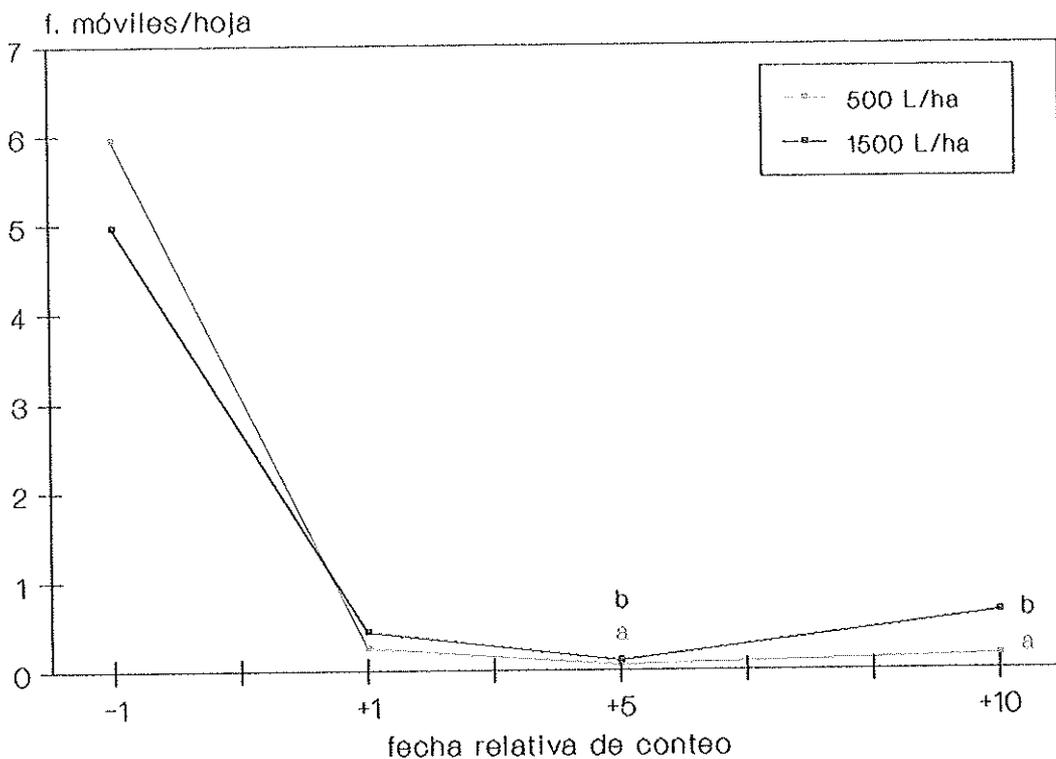


FIGURA 25.- Curvas correspondientes al Ensayo 10 de los valores medios de la población de araña roja existente en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes el día 15 de julio de 1986. Valores señalados por distinta letra difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de los resultados con respecto a la población inicial. Para la prueba de significación se ha aplicado el Test de Tukey ($p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

Estudio por zonas de las poblaciones posteriores a la aplicación

Una vez realizado el tratamiento fitosanitario, se continúa comprobando que la densidad de población de araña roja aumenta a medida que se asciende en la vegetación. Sin embargo, las diferencias de densidad entre zonas no son tan acuciadas como en el caso de la población inicial. A pesar de ello, la aplicación a 100 L/ha es la que manifiesta mayores diferencias a resultas de un control menos eficaz en las zonas superiores de los árboles. Prácticamente en todas las fechas posteriores a la aplicación, la separación de medias revela diferencias significativas entre las poblaciones de la zona superior con respecto a las inferiores en las parcelas tratadas a 100 L/ha (Ensayos 7, 8 y 9).

Por su parte, las diferencias que a nivel general se han detectado entre las aplicaciones a 100 (x16) L/ha y las realizadas a 400 (x4) o 1600 L/ha, se manifiestan en el estudio por zonas de los árboles solamente en las zonas más elevadas: 2-3 m en el Ensayo 7 y 3-4 m en el Ensayo 9. Dicho de otra forma, la aplicación a muy bajo volumen solamente alcanza resultados equivalentes a las aplicaciones a bajo y alto volumen en el control de las zonas inferiores, 0-2 m, de los árboles. Ello explica en definitiva las diferencias obtenidas a nivel general.

Los resultados de estos ensayos a escala experimental coinciden con los obtenidos por otros autores que también han empleado la araña roja como criterio de comparación entre tratamientos.

En Dinamarca, las aplicaciones realizadas a 80 L/ha obtienen resultados deficientes (Vang-Petersen, 1982) en el control de *P. ulmi*. En la Universidad de Ohio, los mejores resultados se alcanzan mediante aplicaciones a alto y medio volumen, en detrimento de los tratamientos a muy bajo volumen (Hall, Reichard y Krueger, 1981). Al igual que en los Ensayos 8 y 9, otros autores obtienen inicialmente resultados aceptables en el control de araña roja, en aplicaciones realizadas a muy bajo volumen. Sin embargo a los pocos días del tratamiento la densidad de población de ácaros se incrementa más rápidamente en las parcelas tratadas a muy bajo volumen en relación a las parcelas tratadas a bajo y alto volumen (Fischer, Probst y Raisigl, 1983; Wicks y Nitschke, 1986). En la región frutícola de Emilia-Romagna la pulverización a 50 L/ha se muestra menos eficaz que los tratamientos convencionales (Baraldi *et al.*, 1984).

Sin embargo, estos mismos autores en un ensayo consiguen niveles de control aceptables en la aplicación realizada a 200 L/ha (Baraldi *et al.*, 1984). Esta discrepancia respecto al resto de trabajos cabe interpretarla como consecuencia de los condicionantes particulares de dicho ensayo: estructura y forma de la plantación y condiciones meteorológicas durante la distribución.

No se dispone de referencias de ensayos en los que intervengan plagas o enfermedades como criterio de evaluación y que a su vez se estudien los efectos del tratamiento a nivel de bandas o zonas de los árboles. En este sentido no se ha podido establecer un proceso de contraste de los resultados de nuestros ensayos.

3.2.1.1.2 Psila del peral (Ensayo 11)

Este ensayo utiliza como plaga criterio la psila del peral en el grupo de experiencias dedicadas a la evolución de la técnica de reducción de dosis. En el análisis por parcelas de dicha población inicial se observa que no existen diferencias significativas entre las poblaciones medias de las parcelas asignadas a los diferentes volúmenes de tratamiento y que las parcelas que posteriormente se trataron a 400 L/ha son las que soportan una densidad inferior, 22.54 ninfas por brote, población que justifica perfectamente la realización de un tratamiento insecticida.

El estudio por zonas de la población inicial revela que la densidad de plaga es significativamente mayor en la mitad superior de los árboles, 2-4 m, en relación a la mitad inferior, 0-2 m. Al igual pues que en el caso de la araña roja, la población aumenta a medida que se asciende en la vegetación.

Una vez realizado el tratamiento insecticida, el estudio de medias de población en las dos fechas en las que se han efectuado conteo, +5 y +13, no detecta diferencias significativas entre volúmenes de aplicación. En cambio, la media de las parcelas sin tratar es significativamente superior a las medias de las parcelas tratadas, a excepción de la media de las parcelas tratadas a 100 L/ha en el día +13 (FIGURA 26).

Por otra parte, el análisis por bandas de tratamiento solamente revela densidades significativamente superiores en la banda izquierda de las parcelas sin tratar. Posiblemente, ello deba relacionarse con la ecología de la plaga y la orientación de la plantación.

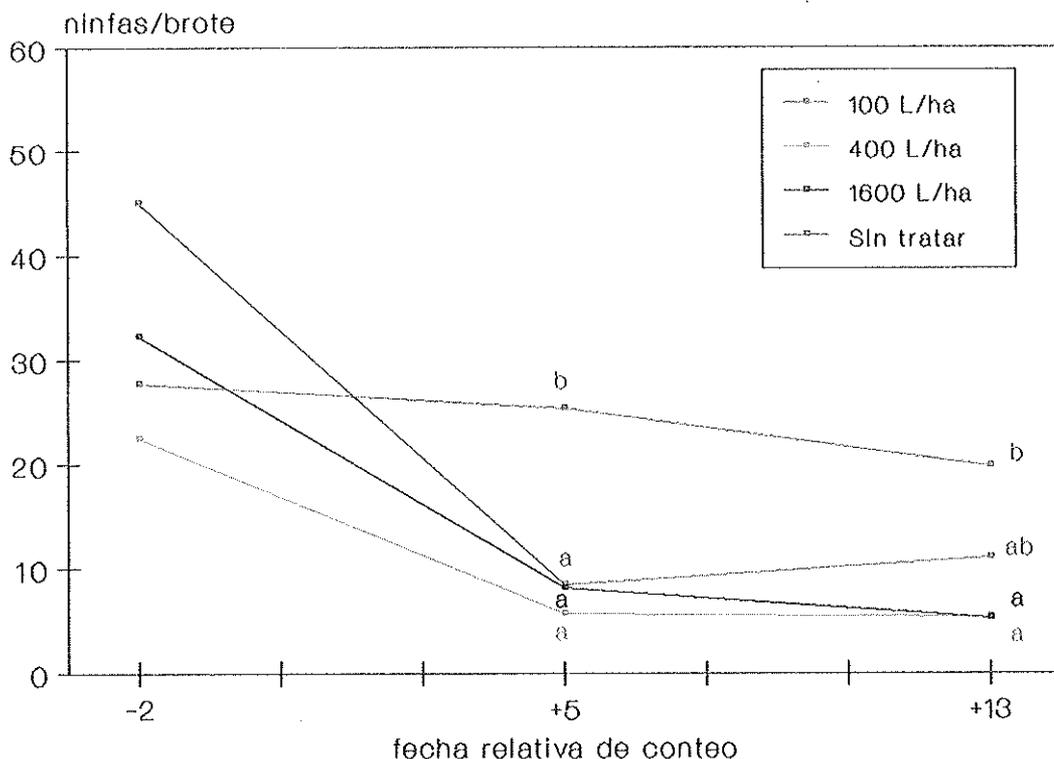


FIGURA 26.- Curvas correspondientes al Ensayo 11 de los valores medios de la población de psila del peral existente en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes el día 17 de junio de 1987. Valores señalados por distinta letra difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de los resultados con respecto a la población inicial. Para la prueba de significación se ha aplicado el Test de Tukey ($p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

El estudio por zonas de los árboles permite interpretar las diferencias observadas a nivel general entre las parcelas tratadas y las parcelas sin tratar.

En la zona inferior de los árboles, los niveles de población posteriores a la aplicación son del mismo orden de magnitud para cualquiera de los volúmenes

ensayados y en ningún caso llegan a presentar diferencias significativas con las parcelas sin tratar. Por contra en su mitad superior, 2-4 m, y en ambas fechas de conteo, el número de individuos presentes en las parcelas sin tratar difiere significativamente del resto. Sin embargo cabe destacar que la media de las parcelas tratadas a 100 L/ha, sin llegar a mostrar diferencias significativas, presenta en el conteo del día +13 un valor netamente superior al resto de tratamientos, aproximándose al de las parcelas sin tratar.

Dicha situación posiblemente explica la ausencia de significación, en la citada fecha, entre las medias generales de las parcelas tratadas a 100 L/ha y las parcelas sin tratar.

En definitiva, es en la zona superior de los árboles, 2-4 m, donde los tratamientos insecticidas alcanzan niveles significativos de eficacia, existiendo en las parcelas tratadas a 100 L/ha una tendencia a mostrar en esta zona poblaciones superiores a las de las parcelas tratadas a 400 y 1600 L/ha.

3.2.1.2 Deposición de producto en la vegetación (Ensayos 12 a 15)

Con anterioridad al análisis de valores medios de deposiciones cabe destacar que los Ensayos 12, 13 y 14 se han realizado sobre parcelas de manzanos formados en palmeta regular, situación que comporta densidades de vegetación y valores de superficie foliar sensiblemente superiores a los existentes en las parcelas del Ensayo 15, desarrollado este sobre una plantación de perales formados también en palmeta regular.

3.2.1.2.1 Deposición sobre manzanos (Ensayos 12 a 14)

El análisis de las medias generales por volúmenes en las aplicaciones realizadas sobre manzanos no revela diferencias significativas entre el tratamiento a muy bajo volumen, 100 L/ha, y el tratamiento a bajo volumen, 400 L/ha. Sin embargo, la distribución a alto volumen, 1600 L/ha, alcanza siempre valores medios de deposición significativamente superiores a las aplicaciones a bajo volumen, 400-500 L/ha, y a muy bajo volumen, 100 L/ha.

Asimismo, no se manifiestan interacciones entre volúmenes y bandas de aplicación puesto que las diferencias observadas a nivel general vuelven a aparecer de forma similar en el análisis de medias entre volúmenes por bandas de aplicación.

Por otra parte, es remarcable el hecho de que en todos los ensayos, y con independencia del volumen aplicado, los valores medios de deposiciones en la banda derecha superan a los de las deposiciones en la banda izquierda. Dichas diferencias alcanzan significación estadística con frecuencia. En el Ensayo 12 para todos los volúmenes ensayados se obtienen diferencias significativas.

A pesar de que los diagramas de velocidades del aire a la salida del ventilador no muestran valores sumamente descompensados entre bandas (Figuras 9 y 11) las diferencias entre bandas son sin duda consecuencia de fenómenos aereodinámicos ligados a la acción del ventilador, tendentes a desplazar una mayor fracción de producto hacia la banda derecha. Al respecto no se dispone de resultados procedentes de otros autores con los que contrastar nuestros ensayos.

Las medias de deposición por zonas de los árboles muestran, en el análisis entre volúmenes, diferencias en el mismo sentido que las observadas a nivel general. Sin embargo, sin que ello constituya una regla, aparece cierta tendencia a aproximar las deposiciones alcanzadas por las aplicaciones a bajo y alto volumen en las zonas en principio de mayor dificultad de acceso: zonas interiores y zona superior.

Las aplicaciones a muy bajo volumen suponen en todas las zonas deposiciones significativamente menores a las alcanzadas por los tratamientos a alto volumen, y a su vez, en las zonas superiores de los árboles también pueden diferir significativamente de las aplicaciones a bajo volumen.

Para un determinado volumen, el estudio de deposiciones por zonas de los árboles permite observar que la distribución se realiza de forma muy irregular. Las zonas que de forma general alcanzan deposiciones inferiores y que teóricamente reciben menor protección son la inferior, 1-2 m, y las dos zonas interiores de los árboles, situadas a 1-2 m y 2-3 m.

Por contra, las zonas exteriores de los árboles, preferentemente la situada a 1-2 m, reciben juntamente con la zona más elevada, 3-4 m, mayores dosis de producto, con independencia del volumen de tratamiento. Dicha tendencia se ve algo más acentuada en las aplicaciones a alto volumen.

En todos los ensayos se constata que a medida que aumenta el volumen de distribución se incrementan las deposiciones medias de producto en la vegetación. A estos resultados se ha llegado en otros trabajos desarrollados también

sobre plantaciones de manzanos (Vang-Petersen, 1982; Fischer, Probst y Raisigl 1983; Travis, Skroch y Sutton, 1987b). Este último autor a su vez demuestra que utilizando volúmenes superiores a 3000 L/ha se reducen sensiblemente las deposiciones hasta niveles similares a las aplicaciones a bajo volumen.

Estas conclusiones no concuerdan con los resultados obtenidos en la región del Valais donde se obtienen deposiciones ligeramente superiores en tratamientos realizados a 100 L/ha respecto a tratamientos a 400 L/ha (Fischer, Probst y Raisigl, 1982; Antonin y Fischer, 1986). A pesar de ello, en el control de fitófagos los tratamientos a muy bajo volumen alcanzan peores resultados, situación en principio inexplicable según los citados autores.

Por lo que respecta al análisis de deposiciones por bandas de aplicación, coincidiendo en este caso con los resultados de nuestros ensayos, se dispone de los resultados de un trabajo realizado en Italia en el que se obtienen mayores deposiciones en la banda derecha en una aplicación realizada a 100 L/ha, sin que el autor del ensayo justifique este resultado (Cesari, et al., 1986).

También nuestros ensayos sobre manzanos coinciden con otros trabajos al observar que la zona inferior de los árboles es, en la pulverización hidroneumática, la que recibe frecuentemente menores cantidades de producto, con independencia del volumen de aplicación (Vang-Petersen, 1982; Hall, Reichard y Krueger, 1981; Fischer, Probst y Raisigl, 1982; Antonin y Fischer, 1986).

Por último, la constatación en plantaciones de manzanos de que con independencia del volumen de aplicación, las zonas exteriores del árbol reciben canti-

dades superiores de producto, es común a la mayoría de trabajos (Baraldi et al., 1986; Antonin y Fischer, 1986).

Dichas diferencias se ven aumentadas sensiblemente en aplicaciones sobre cítricos donde la estructura y formas de los órganos aéreos ofrecen una mayor resistencia a la penetración del producto (Juste, 1988; Juste, Ibañez y Sánchez, 1989).

3.2.1.2.2 Deposición sobre perales (Ensayo 15)

Los resultados del Ensayo 15, realizado sobre una plantación de perales, obtiene, a diferencia de las pulverización en manzano, resultados equivalentes en las aplicaciones a bajo volumen, 400 L/ha y a alto volumen, 1600 L/ha.

Dicha equivalencia se alcanza tanto en el estudio de medias generales como en el análisis detallado por zonas de los árboles. Cabe interpretar estos resultados como una mejor adaptación de la pulverización a bajo volumen, 400 L/ha, al menor porte y densidad de los órganos aéreos en las plantaciones de perales en relación a las de manzanos.

Por otra parte, la distribución a muy bajo volumen, 100 L/ha, alcanza siempre deposiciones significativamente inferiores al resto de volúmenes, circunstancia que sin duda está relacionada con la menor eficacia de los tratamientos observados anteriormente. Como característica interesante de la pulverización a muy bajo volumen, realizada mediante cabezales rotativos, cabe señalar su mayor uniformidad de distribución sobre la superficie de los árboles, en plantaciones poco densas. A esta conclusión llega Antonin (1988) también en la

región del Valais después de varios años de experimentación.

Sin embargo dicha característica no es exclusiva de la aplicación a 100 L/ha sino que es común a todos los volúmenes. En este sentido cabe observar que el valor del CV es inferior al 30 % en todos los casos. Por contra en los ensayos realizados sobre plantaciones de manzanos, con follaje mucho más denso, utilizando idéntico pulverizador, Ensayos 12 y 14, el CV alcanza valores mucho más elevados.

Por otra parte cabe destacar que en la distribución sobre perales la zona superior de los árboles es la que recibe menores niveles de deposición.

Por lo que respecta a otros criterios de comparación, puede afirmarse que los valores de deposición en plantaciones de perales adoptan tendencias similares a las descritas por las plantaciones de manzanos.

Sobre perales no se dispone de antecedentes con los que contrastar nuestros resultados.

3.2.1.3 Densidad de población y deposición. factores determinantes de la eficacia en el control de araña roja (Ensayos 16 y 17)

En el Ensayo 16, en el que se parte de densidades medias de población comprendidas entre 3.33 y 6.77 formas móviles/hoja, se obtienen valores reducidos del coeficiente de determinación múltiple, r^2 . Ello es indicativo de que la densidad de población inicial, juntamente con los niveles de deposición alcanzados, apenas justifican los valores resultantes de población posterior, para

cualquiera de las fechas de conteo, +5, +7 y +14.

Solamente en la aplicación realizada a 100 L/ha, que precisamente es la que consigue menores deposiciones de producto, se detecta una relación destacable entre dichos factores y la población final en las fechas de conteo +7 y +14. En estos casos los valores del coeficiente de determinación, r^2 , permiten afirmar que la población inicial juntamente con la deposición explican, en un 59,1 % y 63,6 % respectivamente, los niveles de población posteriores al tratamiento.

Por contra, en el Ensayo 17, en el que las poblaciones iniciales se sitúan entre 24.54 y 39.74 formas móviles/hoja la relación causa-efecto es más estrecha. Ello se observa especialmente en los tratamientos realizados a 400 y 1600 L/ha donde la población inicial y la deposición justifican el 66.2 % y el 77.6 % de las poblaciones del último día de conteo.

En este mismo ensayo cabe observar por otra parte las oscilaciones del coeficiente de determinación, r^2 . Con independencia de los volúmenes de tratamiento, el día posterior a la aplicación alcanza valores superiores a 0.500, para descender por debajo de dicho nivel en el día +4 y por último alcanzar en el día +11 niveles superiores a los del día +1, excepto para el tratamiento a 100 L/ha.

Estos resultados deben sin duda completarse mediante trabajos posteriores ya que por el momento solamente podemos deducir que, con independencia de los volúmenes de aplicación, las deposiciones acaricidas juntamente con los citados niveles de población explican solo en parte los resultados del tratamiento

en términos de población final.

En el caso del tratamiento a 100 L/ha, que al igual que en ensayos anteriores alcanza deposiciones inferiores a los otros volúmenes, los factores estudiados justifican mejor las densidades de población final, especialmente en el Ensayo 16 que parte de poblaciones moderadas.

Sin embargo, en las aplicaciones realizadas a 400 y 1600 L/ha, cabe destacar que cuando se parte de niveles elevados de población mejora sensiblemente el valor del coeficiente de determinación.

Estas situaciones parecen indicar que la presión biocida ejercida por el tratamiento puede estar relacionada en ciertos casos con el valor del índice población inicial/deposición.

Evidentemente dicha hipótesis no puede ser aceptada para cualquier valor de ambos parámetros. Sin embargo, podría ser válida para los intervalos de población inicial y/o deposición registrados habitualmente. En cualquier caso estos resultados y su discusión deben completarse a través de nuevas experiencias que aporten mayor información al respecto.

3.2.1.4 Evolución de residuos en la superficie foliar (Ensayo 18)

En el ensayo para la determinación de residuos de productos fitosanitarios se ha utilizado como trazador oxiclórico de cobre y por lo tanto no pueden extenderse en principio los resultados obtenidos a otras sustancias químicas.

En nuestro caso las deposiciones alcanzadas por el tratamiento a muy bajo volumen, 100 L/ha, en todas las fechas en las que se ha efectuado análisis, son significativamente inferiores a las de las aplicaciones a bajo volumen y alto volumen.

Se observa de otra parte un fenómeno adicional. El nivel de deposiciones de las parcelas tratadas a muy bajo volumen se reduce más rápidamente que en los otros casos. A los 30 días del tratamiento la deposición remanente equivale al 71 % de la inicial, frente al 93% y al 91% de las aplicaciones a bajo volumen y alto volumen.

Este fenómeno solamente es explicable por el hecho de que la deposición a 100 L/ha está integrada por gotas de tamaño inferior, situación que implica una modificación de los procesos de volatilización y absorción (Elliot y Wilson, 1983).

Al respecto otros autores han señalado que los tratamientos a volumen reducido, sin especificar materias activas, no incrementan los residuos sobre frutos (Antonin y Fellay, 1979). Ensayos realizados con el fungicida bitertanol han demostrado igualmente que tratamientos a 200 L/ha producen residuos inferiores a aplicaciones a 1000 L/ha (Campbell, Loveless y Evans, 1988).

3.2.1.5 Deposición de producto en el suelo (Ensayos 19 a 22)

Las pérdidas de producto por deposición en el suelo son del mismo orden para los tratamientos a muy bajo volumen, 100 L/ha, y los tratamientos a bajo volumen, 400 L/ha. En cambio, las aplicaciones a alto volumen, 1500-1600 L/ha,

originan deposiciones en el suelo significativamente superiores a las alcanzadas por los volúmenes inferiores.

Resultados similares se han obtenido en experiencias similares desarrolladas en plantaciones de manzanos (Fischer, Probst y Raisigl, 1982, 1983) o bien en cítricos (Juste, Ibáñez y Sánchez, 1989).

En los resultados propios puede observarse de otra parte como las deposiciones se localizan preferentemente en la banda derecha de la superficie del suelo. Ello se produce con independencia de los volúmenes aplicados y probablemente el fenómeno es consecuencia de la acción descompensada del ventilador de las máquinas utilizadas en los ensayos cuyos resultados ya hemos podido apreciar en el estudio de deposiciones en la vegetación.

3.2.1.6 Deposición directa y deposición por goteo (Ensayo 23)

La fracción de deposición en la superficie del suelo, originada por la acción del ventilador, es para todos los volúmenes estudiados notablemente superior a la deposición debida al deslizamiento de producto sobre los órganos aéreos de los árboles y la consiguiente aparición del fenómeno del goteo.

En definitiva las pérdidas de producto por deposición en el suelo se originan fundamentalmente por la acción directa del equipo de tratamientos: un 79 % para el tratamiento a 100 L/ha, un 85 % para la distribución a 400 L/ha y un 84 % en la aplicación a 1600 L/ha.

Por otra parte, tal como era previsible, el goteo es significativamente superior en la pulverización a alto volumen, 1600 L/ha, con respecto a los trata-

mientos a bajo volumen, 400 L/ha, y muy bajo volumen, 100 L/ha. Asimismo debe destacarse que no aparecen diferencias relevantes entre el goteo producido en ambas bandas de tratamiento. Ello debe atribuirse a que el ventilador, que en las deposiciones directas actúa sujeto diferenciador, no interviene en principio en el proceso de goteo.

3.2.1.7 Determinación de pérdidas (Ensayo 24)

Para cualquiera de los volúmenes ensayados, el análisis de deposiciones absolutas por zonas de los árboles revela que los estratos comprendidos entre 1-2 m y 2-3 m reciben la mayor proporción del producto aplicado. Justamente estas zonas de los árboles son las que disponen de mayor superficie foliar, participando respectivamente en un 34.9 % y 44.6 % del LAI (FIGURA 27).

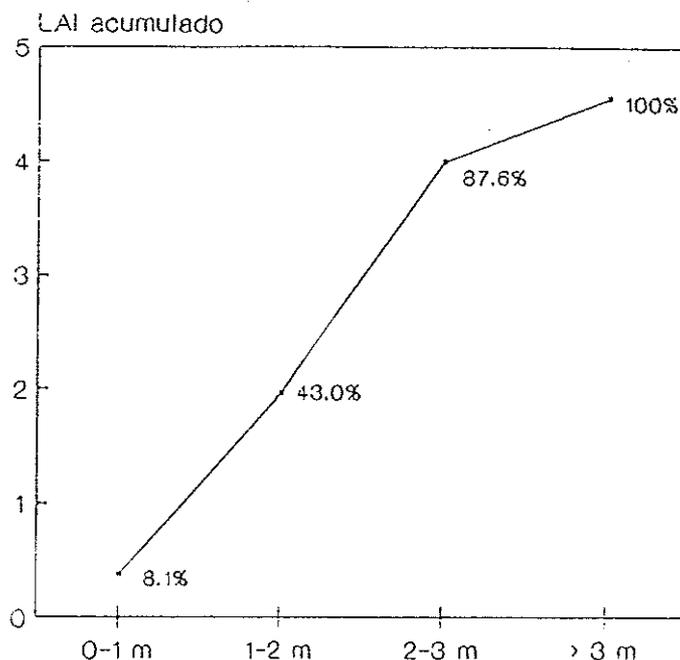


FIGURA 27.- Valores absolutos y porcentajes acumulados del LAI por estratos de vegetación de la plantación de manzanos utilizada en el Ensayo 24

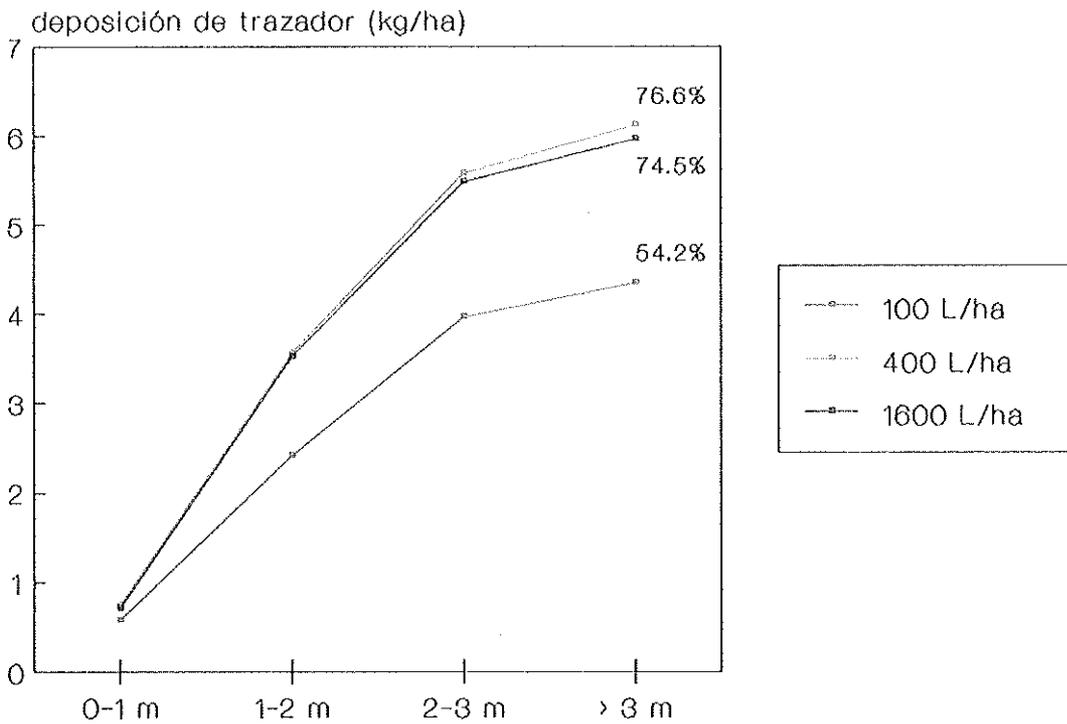


FIGURA 28.- Depositiones de substancia trazadora obtenidas por diferentes volúmenes de aplicación en el Ensayo 24. Para el dibujo de las curvas se ha utilizado los valores acumulados por estratos de vegetación. Los porcentajes indican la proporción total de producto depositado sobre la vegetación en relación al total de substancia trazadora distribuida, 8.00 kg/ha. Los valores numéricos empleados en la confección de este gráfico y su análisis estadístico se encuentra en el Anejo.

En relación a la distribución del producto puede observarse que la mayor fracción se dirige, con independencia del volumen del tratamiento, hacia la superficie de los árboles tratados. Sin embargo, dicha fracción representa solamente el 54.2 % del total aplicado para el tratamiento a 100 L/ha frente al 76.6 % y el 74.5 % de las aplicaciones realizadas a bajo volumen, 400 L/ha, y alto volumen, 1600 L/ha (FIGURA 28).

Este volumen, tal como se ha demostrado en anteriores ensayos, es el que origina mayores pérdidas por deposición en la superficie del suelo las cuales representan el 1.6 % del total distribuido.

Baraldi y Ade (1985), aplicando 400 L/ha sobre plantaciones intensivas de manzanos en plena vegetación, determinan una proporción de pérdidas del 2.5 %, ligeramente superior a la obtenida en nuestro ensayo. Esta diferencia puede ser debida a las características del flujo de aire de las máquinas y a la estructura de los órganos aéreos de las plantaciones de las respectivas experiencias.

Al igual que los citados autores, se llega a la conclusión de que la mayor fracción de pérdidas se debe conjuntamente a la evaporación y deriva de gotas. Dicha fracción, estimada de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado 2.4.3, alcanza para la aplicación a 100 L/ha el valor más elevado, 45.4 %, frente al 23.0 % y el 23.9 % para los tratamientos a 400 y 1600 L/ha.

Sin duda la interpretación del fenómeno debe buscarse en la dimensión de las gotas producidas por la pulverización a muy bajo volumen. Su diámetro volumétrico mediano, como se ha indicado anteriormente se sitúa entre 71 y 94 μm , condición que implica una mayor sensibilidad de la población de gotas a las condiciones de entorno frente a la pulverización a bajo y alto volumen, 400 y 1600 L/ha, cuyos diámetros volumétricos medianos alcanzan valores comprendidos entre 200 y 400 μm .

En definitiva el tratamiento a 100 L/ha, desde el punto de vista del aprovechamiento del producto, se muestra como el más ineficiente frente a las apli-

caciones a 400 L/ha y 1600 L/ha cuya fracción total de pérdidas se sitúa en ambos casos alrededor del 25 % del producto aplicado.

Dichos resultados, procedentes de unos ensayos en los que se han controlado las condiciones de aplicación, representan pérdidas sensiblemente inferiores a las señaladas por otros autores referidas a los tratamientos realizados regularmente en explotaciones comerciales. Vang-Petersen (1982) indica pérdidas del 60-70 % en plantaciones clásicas de manzano. Por su parte Trefan (1985) sitúa dicha fracción en torno al 34 % para el mismo tipo de plantación. Bertini et al. (1987), para formaciones en seto, sitúan las pérdidas en un 30-40 % del producto total distribuido. Ade, Baraldi y Servadio (1987) en condiciones similares indican como porcentaje máximo para las pérdidas el 30 %.

Estos incrementos de la fracción de pérdidas deben atribuirse a los desajustes que frecuentemente se observan en los equipos que operan en las explotaciones comerciales (Sirez, 1981; Fornés y Val, 1987; Planas y Pons, 1987) y a la adopción de velocidades de desplazamiento excesivas.

3.2.2 Evaluación de la técnica de reducción de dosis (Ensayos 25 a 30)

3.2.2.1 Control de fitófagos (Ensayos 25 y 26)

3.2.2.1.1 Psila del peral (Ensayo 25)

Esta experiencia, se inicia con unas poblaciones medias en la fecha anterior al tratamiento comprendidas entre 13.30 y 62.00 ninfas por brote, densidades que sin duda aconsejan la realización de un tratamiento insecticida.

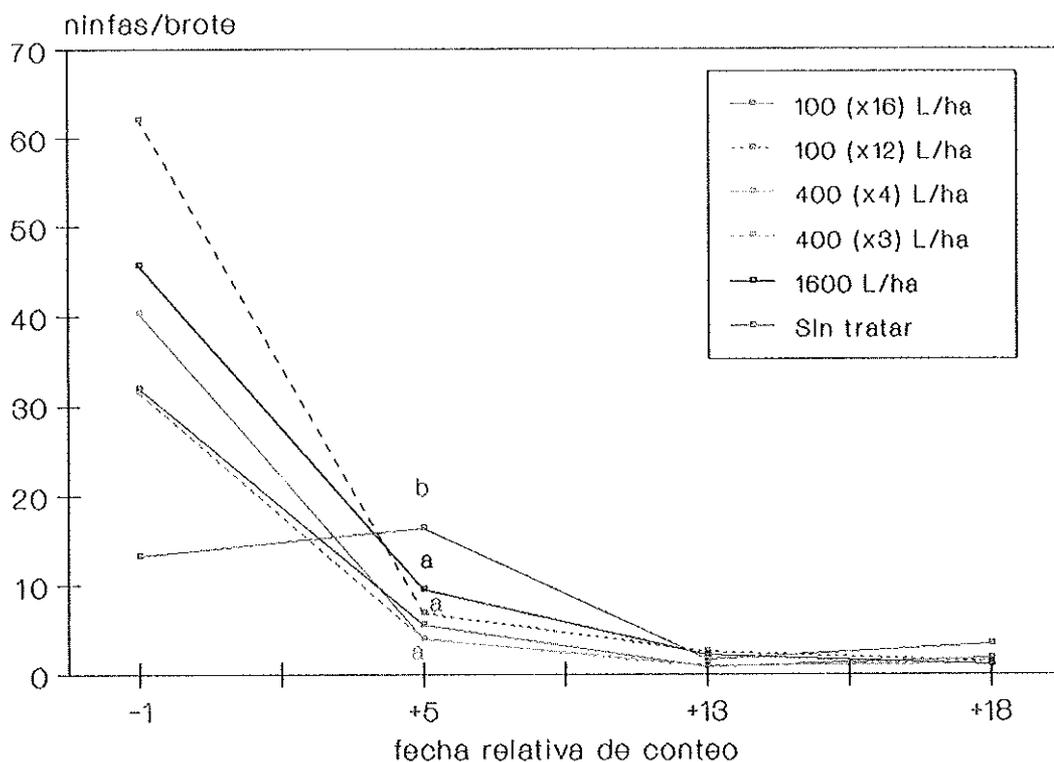


FIGURA 29.- Curvas correspondientes al Ensayo 25 de los valores medios de la población de psila del peral existente en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes el día 1 de julio de 1988. Valores señalados por distinta letra difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de los resultados con respecto a la población inicial. Para la prueba de significación se ha aplicado el Test de Tukey ($p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

La comparación entre volúmenes y dosis de ensayo de las medias de población inicial no revela diferencias significativas en ningún caso.

Con posterioridad al tratamiento, se observan densidades de población notablemente inferiores a las iniciales, sobre todo a partir del conteo efectuado el día +13 (FIGURA 29). Este descenso de población afecta por igual al conjunto de parcelas tratadas, con independencia de los volúmenes y dosis ensaya-

das, sin que aparezcan diferencias significativas en ninguna de las fechas de conteo posteriores al tratamiento.

Las parcelas no tratadas muestran en el conteo efectuado el día +5, valores medios de población significativamente superiores a los de las parcelas sin tratar, situación que pone de manifiesto el efecto de la aplicación insecticida.

Puede concluirse pues en este caso que el control de psila alcanza resultados semejantes en los tratamientos realizados a muy bajo volumen, 100 (x16) L/ha, muy bajo volumen y dosis reducida, 100 (x12) L/ha, bajo volumen, 400 (x4) L/ha, bajo volumen y dosis reducida, 400 (x3) L/ha, y alto volumen, 1600 L/ha.

El hecho de que en conteos sucesivos aparezcan, tanto en parcelas tratadas como en las no tratadas, densidades de población muy bajas debe entenderse como un efecto desfavorable de las condiciones meteorológicas sobre la plaga.

3.2.2.1.2 Araña roja (Ensayo 26)

En el ensayo, realizado en el año 1988, poco propicio para el desarrollo de la plaga por sus condiciones meteorológicas, se observan poblaciones iniciales para el conjunto de parcelas de ensayo inferiores a 10 formas móviles por hoja. Tal como se ha observado en anteriores ensayos, dicha situación comporta la ausencia de diferencias entre densidades de población para las distintas zonas de los árboles.

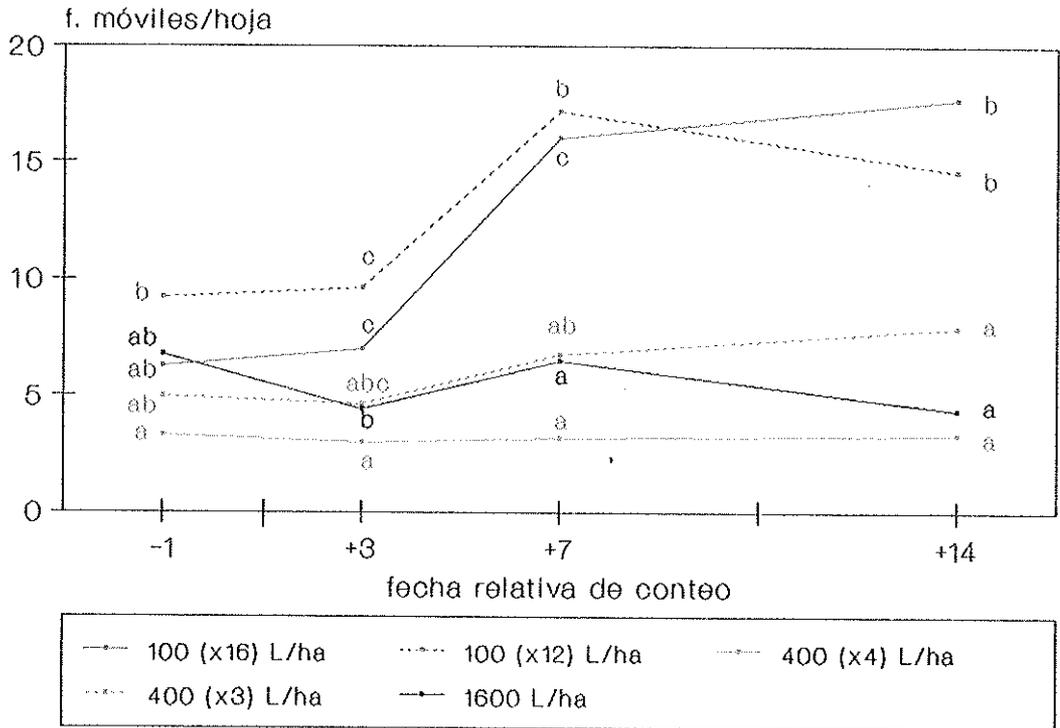


FIGURA 30.- Curvas correspondientes al Ensayo 26 de los valores medios de la población de araña roja existente en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes el día 8 de julio de 1988. Valores señalados por distinta letra difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de los resultados con respecto a la población inicial. Para la prueba de significación se ha aplicado el Test de Tukey ($p < 0.05$). Los datos numéricos utilizados para la confección de este gráfico se encuentran en el Anejo.

En términos absolutos puede afirmarse que la eficacia del tratamiento es nula puesto que no se producen descensos en las poblaciones para ninguno de los volúmenes o dosis ensayadas (FIGURA 30).

Sin embargo, aparecen diferencias significativas a lo largo de los conteos de poblaciones posteriores a la aplicación. Dichas diferencias adquieren

importancia a partir del día +7 donde las poblaciones de las parcelas tratadas a muy bajo volumen, 100 (x16), y muy bajo volumen y dosis reducida, 100 (x12), alcanzan densidades muy superiores a la del resto de tratamientos. Dicha situación se repite en el conteo del día +14 y probablemente debe atribuirse a una mayor acción ovicida de las aplicaciones a 400 (x4) L/ha, 400(x3) L/ha y 1600 L/ha.

Cabe también destacar que la aplicación a 400 (x3) L/ha, a pesar de mantener niveles de población sensiblemente inferiores a los de los tratamientos a muy bajo volumen, no difiere estadísticamente de ellos en el conteo del día +3 y respecto al tratamiento 100 (x12) en el día +7.

Las comparaciones establecidas entre volúmenes y dosis de tratamiento por bandas de distribución revelan en general diferencias en el mismo sentido anterior. Asimismo, no aparecen diferencias significativas entre bandas de distribución para un determinado tratamiento. En definitiva, no se producen pues interrelaciones entre bandas y volúmenes o dosis.

Por otra parte, las densidades de población por zonas de los árboles revelan frecuentemente diferencias significativas entre tratamientos. Las parcelas tratadas a 100(x16) L/ha y 100(x12) L/ha muestran poblaciones de araña roja superiores, en cambio, por lo que respecta al resto de tratamientos, 400(x4) L/ha, 400(x3) L/ha y 1600 L/ha, no aparecen de forma consistente diferencias significativas entre ellos.

A pesar de ello, posiblemente a consecuencia de las diferencias observadas a nivel general el día +3, en el recuento efectuado el día +7 aparecen, para el

tratamiento a 400(x3) L/ha, poblaciones significativamente superiores, tanto en la zona situada a 2-3 m como en la media general. Asimismo, cabe destacar que numéricamente las poblaciones medias de ácaros son siempre superiores para este tratamiento en relación a las aplicaciones a bajo y alto volumen y dosis recomendada, 400 (x4) L/ha.

Posteriores experiencias deben dilucidar la posibilidad de reducir o no cierta proporción de dosis en los tratamientos acaricidas, pero en principio debemos concluir que los tratamientos a dosis reducida son menos eficaces que los tratamientos a bajo y alto volumen y dosis recomendada, 400 (x4) y 1600 L/ha, y que el descenso en eficacia es más evidente en los tratamientos a muy bajo volumen y dosis reducida, 100 (x12) L/ha, que en los tratamientos a bajo volumen y dosis reducida, 400 (x3) L/ha.

El resto de trabajos en los que se incluyen tratamientos a dosis reducida contra la araña roja confirman la disminución de la eficacia de los mismos (Antonin, 1981; Vang-Petersen, 1982; Comai, Baraldi y Ade, 1985; Wicks y Nitschke, 1986).

Sin embargo en la región de Emilia-Romagna, posiblemente en condiciones de entorno diferentes, se dispone de antecedentes en los que se han alcanzado resultados similares entre aplicaciones a bajo volumen, 210 L/ha, y dosis reducida en un 40 % de materia activa (Baraldi et al., 1984).

3.2.2.2 Deposición de producto en la vegetación (Ensayos 27 y 28)

Se han realizado dos ensayos incluyendo aplicaciones a dosis reducida, uno sobre plantación de perales y otro sobre plantación de manzanos, obteniéndose en ambos casos valores medios de deposición coherentes entre sí.

Las aplicaciones a muy bajo volumen y dosis recomendada o reducida, 100 (x16) y 100 (x12) L/ha, alcanzan sobre ambas especies deposiciones significativamente inferiores. Además, en el ensayo sobre manzanos, especie que ofrece mayores dificultades a la penetración del producto aplicado, el tratamiento a bajo volumen y dosis reducida, 400 (x3) L/ha, obtiene resultados similares a los tratamientos a muy bajo volumen y, a su vez, inferiores a las aplicaciones a 400(x4) y 1600 L/ha.

En ambos casos, el análisis por bandas de aplicación no se observan, con independencia de los volúmenes o dosis, diferencias significativas entre deposiciones a izquierda o derecha.

Por último, el estudio de deposiciones por zonas de los árboles permite interpretar las diferencias observadas a nivel general entre volúmenes y dosis de aplicación. Los tratamientos a muy bajo volumen, 100 (x16) y 100 (x12) L/ha, sitúan cantidades inferiores de substancia trazadora, al resto de tratamientos, en todos los estratos de vegetación.

El tratamiento a bajo volumen y dosis reducida, 400 (x3) L/ha, consigue deposiciones similares a las de las aplicaciones a muy bajo volumen en la zona inferior, 0-1 m, en el caso del peral y en la mitad superior de los árboles,

2-4 m, en el manzano. Solamente dicho tratamiento no difiere de la aplicación a bajo volumen y dosis recomendada, 400 (x4) L/ha, en la zona inferior, 0-1 m, y en la zona intermedia superior, 2-3 m, en la aplicación sobre manzano, mateniendo en campo diferencias significativas en todas las zonas con respecto a la aplicación a 1600 L/ha.

A resultados concluyentes en el sentido de que la reducción de dosis comporta una disminución de las deposiciones de producto también han llegado otros autores experimentando en plantaciones de manzano en Italia (Flori, Tentoni, y Malucelli, 1987) y de frambueso, Rubus idaeus L., en Escocia (Gordon y Williamson, 1988).

3.2.2.3 Deposición de producto en el suelo (Ensayos 29 y 30)

Como cabía esperar, los tratamientos a dosis reducida, 100 (x12) y 400 (x3) L/ha, alcanzan valores de deposición en el suelo inferiores a los tratamientos a dosis recomendada, pero las diferencias existentes solamente llegan a poseer significación estadística entre las aplicaciones a bajo volumen, 400 (x4) y 400 (x3) L/ha, en el ensayo realizado sobre manzanos.

Por otra parte, el elevado nivel de deposiciones obtenidas por las aplicaciones a muy bajo volumen que en el ensayo sobre manzanos debe atribuirse en este caso a la deficiente orientación de los cabezales centrífugos, lo cual provocó un incremento considerable de la deposición por proyección directa.

Por lo demás estos ensayos no aportan nuevos datos en relación a los resultados obtenidos en los ensayos de reducción de volumen.

3.2.3 Regulación y ajuste del pulverizador (Ensayos 31 a 39)

3.2.3.1 Proceso de formación de gotas (Ensayos 31 a 33)

3.2.3.1.1 Disposición de boquillas por caudales (Ensayos 31 y 32)

La distribución de la mitad del volumen pulverizado mediante las boquillas situadas en la mitad superior del arco de distribución, 1/2:1/2, no comporta a nivel general diferencias significativas de deposición de substancia trazadora respecto a la distribución de dos terceras partes del volumen a través de la mitad superior del arco de distribución y del tercio restante a través de la mitad inferior, 2/3:1/3.

Sin embargo el análisis de detalle por zonas de los árboles revela una localización preferente de la distribución 1/2:1/2 en la mitad inferior de los árboles, mientras que la pulverización 2/3:1/3 se sitúa preferentemente en la mitad superior solamente en el primer ensayo. En el segundo ensayo las deposiciones de la mitad superior de los árboles son equivalentes para ambos sistemas de distribución. Las discrepancias entre ensayos deben atribuirse a variaciones de las formas adoptadas por los órganos aéreos de las plantaciones.

Como dato adicional cabe señalar la ligera mejora de la uniformidad de distribución conseguida por la aplicación 1/2:1/2 en ambos ensayos, cuyo CV se sitúa en el 48 % frente al 52 % y 56 % para cada uno de los ensayos de la pulverización 2/3:1/3.

En ensayos realizados sobre manzanos otros autores han obtenido incrementos de

las deposiciones con la distribución 2/3:1/3 en plantaciones de bajo porte, en cambio, en plantaciones similares a las nuestras, no han detectado diferencias entre ambos procedimientos de distribución (Travis, Skroch y Sutton, 1987b).

Por su parte, Akesson y Yates (1979) y Marer (1979) recomiendan la disposición 2/3:1/3 para plantaciones conducidas en vaso. Dicha propuesta también debe entenderse como coherente con nuestros resultados si se considera que este tipo de formaciones se caracterizan por su gran masa vegetativa, situada preferentemente en las zonas altas de los árboles.

Los valores de deposición de producto en el suelo no aportan elementos relevantes a excepción de las diferencias, sin significación estadística, en favor de la distribución 1/2:1/2, atribuibles en principio a que la mitad inferior del pulverizador distribuye una mayor proporción de producto.

3.2.3.1.2 Presión de trabajo de las boquillas (Ensayo 33)

Los valores de las deposiciones en la vegetación aportan, sin que exista significación estadística, elementos favorables a la pulverización a baja presión, 5 bar. Por un lado la deposición media es en este caso superior y así mismo mejora ligeramente la uniformidad de distribución sobre la superficie foliar.

Además, si se analizan los valores de deposición en el suelo se comprueba que la aplicación a alta presión, 20 bar, produce un incremento significativo de las mismas. Dicho incremento no afecta a la zona central de las calles de la plantación sino que se localiza en la zona de goteo de los árboles, en ambas

bandas de aplicación.

Para un volumen de tratamiento similar al nuestro, Hall, Reichard y Krueger, (1981) también obtienen mejores resultados en plantaciones frutales mediante pulverización a la presión de trabajo de 7 bar, frente a la presión de 28 bar.

La reducción del nivel de deposiciones a presiones elevadas debe atribuirse al efecto de disminución del VMD de las gotas con la presión, circunstancia que comporta una mayor sensibilidad a la evaporación y deriva. La reducción de deposiciones y el aumento de su variabilidad, observadas a presiones elevadas, también pueden tener su origen en el hecho de que, para mantener constante el volumen de aplicación y la velocidad de avance, se precise reducir el número de boquillas en funcionamiento.

3.2.3.2 Proceso de transporte de gotas (Ensayos 34 a 37)

3.2.3.2.1 Régimen de giro del ventilador (Ensayos 34 a 36)

Los ensayos se han practicado en los tres casos sobre plantaciones de manzanos formados en palmeta regular. Si a partir de la expresión del apartado 1.1.4 se calcula el caudal de aire necesario para las condiciones de las plantaciones utilizadas en los ensayos, se obtienen caudales que oscilan entre los 21333 m³/h, cuando se aplica un valor del coeficiente de expansión de $k=3$, o de 32000 m³/h, cuando se adopta un valor de $k=2$.

Los resultados medios muestran niveles de deposición superiores en las aplicaciones realizadas al régimen de accionamiento de 400 r/min, aunque dichas

diferencias solamente son significativas en el Ensayo 36. A dicho régimen el caudal de aire impulsado por el ventilador es de 28159 m³/h, cantidad mejor ajustada al intervalo teórico necesario que el caudal de 32638 m³/h obtenido al régimen de 540 r/min. A esta velocidad de accionamiento el exceso de aire impulsado debe comportar un incremento de la deriva de producto.

Sin embargo, en los dos primeros ensayos, la aplicación a 540 r/min mejora sensiblemente la uniformidad de distribución del producto sobre los árboles. Dicho efecto debe atribuirse a la elevada velocidad del aire a la salida del ventilador, 23.6 m/s (apartado 2.6.2). Ello explica las menores diferencias de deposición entre las zonas exteriores e interiores de los árboles.

En cambio, al accionar la máquina a 400 r/min disminuye el caudal impulsado por el ventilador y consecuentemente la velocidad media de salida del aire 20.3 m/s (apartado 2.6.2). De esta manera queda limitada su capacidad de portar gotas, depositándose mayores cantidades de producto en las zonas exteriores del árbol que actúan como primer obstáculo al desplazamiento de las gotas.

El Ensayo 36, realizado a inicios del mes de septiembre, momento en que la plantación alcanza su máximo desarrollo vegetativo, la aplicación a 540 r/min se comporta, en relación a la uniformidad de distribución, de forma muy similar al tratamiento a 400 r/min. A pesar de ello, las dos zonas exteriores, 1-2 m y 2-3 m, presentan diferencias significativas de deposición en favor de la aplicación a 540 r/min, hecho que explica las diferencias registradas a nivel general entre ambas velocidades de giro.

La observación de resultados relativos a las deposiciones de trazador en la superficie del suelo no aporta elementos adicionales en favor de uno u otro sistema de distribución.

3.2.3.2.2 Tipo de ventilador (Ensayo 37)

En este caso el elemento de variación en el proceso de transporte de gotas lo constituye la substitución del ventilador de flujo axial por un ventilador de flujo centrífugo, cuyas características se han descrito respectivamente en los apartados 2.6.2 y 2.6.4.

Tanto el caudal como la velocidad de salida del aire impulsado por el ventilador centrífugo, a tenor de los resultados de los ensayos anteriores, parecen teóricamente adaptados a las condiciones de la plantación a tratar. Sin embargo, el nivel de deposiciones alcanzado es significativamente inferior al del ventilador axial. Dicha diferencia es observable tanto en la comparación de medias generales como en la comparación de deposiciones en distintas zonas de los árboles. Solamente las deposiciones de la zona interior situada a 2-3 m de altura y la zona más elevada, 3-4 m, a pesar de que los valores obtenidos siguen a favor del ventilador de flujo axial, las diferencias no alcanzan significación estadística.

La baja eficiencia del ventilador centrífugo, en relación al axial, debe atribuirse a su menor capacidad de transporte de gotas. Ello es consecuencia de que probablemente el aire impulsado por el ventilador no experimenta a su salida una expansión del mismo orden que para los ventiladores de flujo axial, con lo que el flujo de aire puede ser interceptado con mayor facilidad por la

masa vegetativa de los árboles, reduciendo sensiblemente la posibilidad de acceder a las diferentes zonas.

Asimismo, las deposiciones medias en la superficie del suelo no difieren significativamente en su conjunto, a pesar de que en el centro de las calles de la plantación, el ventilador de flujo axial aumenta significativamente la deposición.

Por último, el mayor consumo específico de energía del ventilador de flujo centrífugo, energía que posiblemente se transforma en su mayor parte en la generación de ruido (Ade, Baraldi y Serradio, 1987) hace poco recomendable su empleo en nuestras condiciones de dichos equipos.

3.2.3.3 Velocidad de avance del pulverizador (Ensayos 38 y 39)

En ambos ensayos, la aplicación realizada a la velocidad de 7.0 km/h alcanza valores de deposición en la superficie foliar superiores a los conseguidos por las aplicaciones a las velocidades de 4.0 y 3.5 km/h. Dichas diferencias no alcanzan significación estadística en la comparación de medias generales, pero si difieren significativamente las deposiciones en las zonas exteriores de los árboles, tanto la situada a 1-2 m, como la situada a 2-3 m en el primer ensayo.

El fenómeno es semejante al sucedido en los ensayos en los que se modificaba el régimen del ventilador (apartado 3.2.3.2.1), alterando de esta forma el caudal de aire impulsado. Precisamente en el tratamiento a 540 r/min en el que el caudal estaba sobredimensionado se obtenían deposiciones inferiores en las

zonas exteriores de los árboles.

En este caso, la velocidad de avance es el parámetro variable, pero su valor debe ajustarse juntamente con el caudal del ventilador a las características de la plantación (apartado 1.1.4).

Probablemente el caudal del aire del ventilador, 32638 m³/h, se ajusta algo mejor a las dimensiones de las plantaciones de los ensayos, al desplazarse el pulverizador a la velocidad de 7.0 km/h, que a las velocidades de 4.0 y 3.5 km/h también ensayadas.

A estas velocidades el caudal del ventilador es excesivo y es probable que en las zonas exteriores de los árboles, sobre los que incide directamente el flujo de aire transportador de gotas, se produzcan fenómenos aereodinámicos de arrastre de gotas que limiten en parte la deposición de producto.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Reichard, Hall y Krueger (1980), en ensayos de deposición sobre receptáculos de vidrio, al distribuir mediante un pulverizador hidroneumático dotado de un ventilador que proporciona un caudal de 18700 pies cúbicos por minuto (31775 m³/h). A las alturas de 5 ft (1.52 m) y 10 ft (30.48 m), la deposición alcanzada por la aplicación a una velocidad de 4 millas/h (6.43 km/h) es superior a la alcanzada por la aplicación a 2 millas/h (3.21 km/h).

Sin embargo, Travis, Skroch y Sutton, 1987b) consiguen los mejores resultados en plantaciones de manzanos con velocidades de 2.4 a 3.2 km/h frente a velocidades de 4.0 a 4.8 km/h. También para tratamiento de manzanos, Campbell, Loveless y Evans (1988) recomiendan velocidades de 3.0 km/h. En la región del

Valais, sobre plantaciones clásicas de porte elevado, Antonin (1983) sugiere velocidades máximas de 4.0 km/h.

De todas formas estos datos no son contrastables con nuestros ensayos puesto que se carece de información acerca del caudal de aire impulsado por el ventilador y las condiciones de las plantaciones utilizadas en dichos ensayos.

Las dificultades en armonizar resultados, que ya han aparecido en los ensayos de variación de caudal del ventilador, exigen de nuevas experiencias en nuestras propias condiciones para poder establecer criterios de adecuación de los parámetros de trabajo (caudal de aire, velocidad de avance) a las características de las plantaciones a tratar.

3.2.4 Condiciones metereológicas durante la aplicación (Ensayo 40)

En este ensayo se pretende evaluar el efecto de las condiciones ambientales durante la aplicación sobre las deposiciones de producto en la vegetación, en la distribución a muy bajo volumen, 100 L/ha.

Las condiciones en las que se han realizado las aplicaciones suponen en el primer caso una diferencia entre la temperatura seca y húmeda de 4°C y en el segundo de 15°C. Esta segunda situación comporta un incremento notable del proceso de evaporación de gotas, según se deduce de la expresión de Cunningham et al. (1962). En el caso de que se tratara de gotas de agua, el efecto de la evaporación supondría una vida para las gotas distribuídas en el primer tratamiento del orden de $15/4 = 3.75$ veces superior a la de las gotas de la segunda

aplicación (apartado 1.1.3).

Ello comporta que la proporción de gotas que se evaporan y no llegan a impactar sobre las hojas es superior en el segundo tratamiento. Por otra parte también el efecto deriva se ve probablemente incrementado en este caso puesto que la velocidad a la que las gotas disminuyen de tamaño es más elevada, circunstancia que las hace más sensible a la deriva.

Estos dos fenómenos se reflejan sin duda en los resultados del ensayo, donde se observan diferencias que, sin ser significativas a nivel general, muestran como las condiciones del primer tratamiento son más favorables, especialmente por lo que se refiere a la variabilidad de deposiciones en su conjunto y a las deposiciones en las zonas inferiores de los árboles donde sí se alcanzan niveles de significación entre deposiciones.

El resultado coincide con el observado por Vang-Petersen (1982) en el que se registran importantes reducciones en la deposición al incrementar en 10° C la temperatura ambiental durante la aplicación.

3.3 Discusión general

3.3.1 Ensayos preliminares

Los resultados procedentes del conjunto de ensayos preliminares han permitido plantear los ensayos posteriores más específicos, en tanto que las aplicaciones a volumen reducido han alcanzado niveles de control similares a los tratamientos convencionales. Cuanto menos ello se produce claramente en el control de la araña roja, P. ulmi, mediante los tratamientos a 400 L/ha (FIGURAS 19, 20, 21).

Asimismo, el hecho de que las aplicaciones a dosis de producto reducida en un 25 %, se hayan mostrado tan efectivas como los tratamientos convencionales contra P. ulmi, (FIGURA 21), incrementa las expectativas de las técnicas de reducción de volumen y de dosis en nuestras condiciones productivas.

También, la ausencia durante los ensayos preliminares de dificultades operativas, derivadas de la distribución de preparaciones a elevada concentración, sin necesidad de recurrir a formulados específicos para aplicaciones a volumen reducido, constituye un argumento adicional a favor de la técnica.

En las experiencias realizadas sobre plantaciones de perales, en las que se efectúan tratamientos para el control de la psila, P. pyri, no pueden obtenerse resultados concluyentes (FIGURAS 17 y 18). Las bajas densidades de población que aparecen en los ensayos hacen arriesgada toda inferencia sobre la eficacia de las aplicaciones a volumen reducido, puesto que en las explotaciones frutales son frecuentes las ocasiones en las que deben realizarse

tratamientos insecticidas en presencia de densidades elevadas.

Por otra parte, la deficiente actuación general de los tratamientos a muy bajo volumen, 100 L/ha, en el control de P. ulmi, (FIGURAS 16 Y 21), a pesar de que concuerda con las experiencias realizadas en otros países, debe ser confirmada en condiciones de ensayo más estrictas.

La falta pues de resultados concluyentes ha justificado el planteamiento y la realización de la serie de ensayos a escala experimental.

3.3.2 Eficacia de los tratamientos: control de plaga y deposición de producto

En los ensayos a escala experimental, los tratamientos a muy bajo volumen, 100 L/ha, tanto a dosis recomendada como a dosis reducida, alcanzan nuevamente resultados deficientes en el control de P. ulmi (FIGURAS 22, 23, 24, y 30). El fracaso de estas aplicaciones es especialmente palpable en las zonas más alejadas de los árboles donde generalmente, por razones de ecología de la plaga, se localizan las mayores densidades de población.

Por contra, en el control de P. pyri mediante aplicaciones a 100 L/ha se obtienen resultados que no difieren significativamente de los tratamientos convencionales, tanto en la distribución de dosis recomendadas como de dosis reducidas (FIGURAS 26 y 29).

Por su parte, el estudio de deposiciones de producto sobre la superficie foliar revela, para estos tratamientos, resultados inferiores al resto de

aplicaciones, especialmente en las zonas elevadas de los árboles, donde incluso alcanzan valores inferiores a la distribución a bajo volumen y dosis reducida, 400(x3) L/ha (Ensayos 12, 14, 15, 27 y 28).

De esta forma quedan justificados los resultados deficientes que se obtienen en el control de P. ulmi. Sin embargo, en el caso de las aplicaciones contra P. pyri, los resultados alcanzados deben interpretarse mediante la elevada capacidad biocida del producto aplicado, amitraz 20 %, cuyas dosis recomendadas podrían exceder a las necesarias para obtener un control aceptable, en cuyo caso sería perfectamente justificable su reducción con independencia del volumen de aplicación.

Pero en cualquier caso los tratamientos a muy bajo volumen, en nuestras condiciones de explotación, no son aceptables en tanto que reducen significativamente el nivel de deposiciones sobre la superficie foliar, tanto en plantaciones de manzanos como de perales.

Se produce además una circunstancia adicional que refuerza la decisión de descartar los tratamientos a muy bajo volumen. A pesar de que nuestro trabajo solamente contempla un ensayo en el que se distribuye oxícloruro de cobre, y por consiguiente no pueden extenderse sus resultados a otras materias activas, es relevante el hecho de que las deposiciones alcanzadas por la aplicación a 100 L/ha disminuyan más rápidamente con el transcurso del tiempo (Ensayo 18).

Al igual que en los ensayos preliminares, las aplicaciones a bajo volumen, 400-500 L/ha, alcanzan niveles de control similares a los tratamientos convencionales, tanto en tratamientos contra P. ulmi (FIGURAS 22, 23, 24, 25 y 30)

como contra P. pyri (FIGURAS 26 y 29). Únicamente en el tratamiento de P. ulmi la aplicación a dosis reducida, 400(x3) L/ha, presenta cierta tendencia a disminuir su eficacia (FIGURA 30).

El análisis de deposiciones sobre plantaciones de manzanos muestra en algunos ensayos, para los tratamientos a bajo volumen, resultados inferiores a los tratamientos convencionales (Ensayos 12, 13 y 14). En otras experiencias sobre manzanos y sobre perales se obtienen niveles de deposición equivalentes a los alcanzados por los tratamientos convencionales (Ensayos 15, 18, 24, 27 y 28). Dicha circunstancia parece señalar que la aplicación a 400-500 L/ha se sitúa en la franja límite inferior del volumen practicable en plantaciones de manzano. Sin embargo, dichos volúmenes son aún plenamente aceptables en tratamientos sobre la otra especie frutal. Por su parte, todas las aplicaciones a dosis reducida comportan niveles de deposición significativamente inferiores (Ensayos 27 y 28), circunstancia que explica su dificultad en alcanzar, en el control de P. ulmi, eficacias similares a las aplicaciones convencionales. Podemos pues descartar la recomendación de estos tratamientos a dosis reducida contra la araña roja.

Sin embargo, los resultados aceptables de los tratamientos a dosis recomendada y reducida, 400(x4) y 400(x3) L/ha, dirigidos contra P. pyri, deben interpretarse como ya se ha hecho a través de la distribución de dosis excesivas de insecticida.

En la valoración de la influencia conjunta de la población inicial y de la deposición de producto, sobre la población final en tratamientos contra P. ulmi, se llega a la conclusión de que ambos factores no explican suficiente-

mente los resultados alcanzados (Ensayos 16 y 17). En consecuencia será necesario el considerar otros factores que permitan explicar en mayor medida las diferencias entre volúmenes y dosis.

Por otra parte, si en un futuro pudiera confirmarse la hipótesis de que en determinadas condiciones el nivel de control ejercido está relacionado con el valor del índice población inicial/deposición cabría establecer criterios que permitieran decidir cuándo pueden ser operables las reducciones de volúmenes y/o dosis.

3.3.3 Eficiencia de los tratamientos: uniformidad de distribución

La distribución de producto sobre los árboles es siempre irregular, especialmente en las plantaciones de manzanos donde se ven favorecidas las zonas exteriores y la superior de los árboles (Ensayos 12, 13 y 14).

Las zonas intermedias del árbol, 1-2 m y 2-3 m, son las que por su densidad vegetativa ejercen mayor resistencia a la penetración de las gotas y a su vez, después de los tratamientos, presentan con mayor frecuencia, para un determinado volumen de aplicación, densidades de población significativamente superiores a las existentes en las zonas extremas de los árboles (Ensayos 7, 8 y 9). Como en estos casos la comparación entre medias de poblaciones posteriores a los tratamientos se ha establecido en base al análisis de covarianza, cabe suponer que las diferencias observadas son consecuencia de la disminución de deposiciones en las zonas interiores.

En plantaciones de perales, con formas vegetativas menos densas que los

manzanos, todos los volúmenes de distribución reducen sensiblemente el valor de coeficiente de variación de las deposiciones. A pesar de ello, la zona superior de los árboles, la más alejada del pulverizador, recibe cantidades de producto ligeramente inferiores (Ensayo 15).

Existe pues, con independencia de los volúmenes de distribución, una relación clara entre densidades de los árboles y deposición del producto. Las deposiciones medias alcanzadas en las plantaciones de manzanos (Ensayo 27) suelen presentar valores inferiores a las plantaciones de peral (Ensayo 28). Cabe pues pensar que si se dispone del valor del LAI de las plantaciones a tratar pueden establecerse dosis de aplicación más acordes con la vegetación.

3.3.4 Eficiencia de los tratamientos: fracciones de pérdidas

Las pérdidas por deposición de producto en la superficie del suelo son siempre más elevadas en las aplicaciones a volumen convencional (Ensayos 19, 20, 21 y 22). A pesar de ello, para este volumen solamente representan, en la distribución sobre manzanos en palmeta regular, el 1.6 % del producto total distribuido (Ensayo 24).

Con independencia del volumen aplicado, la deposición en la superficie del suelo tiene su principal origen en la acción directa del ventilador del pulverizador. El fenómeno del goteo tiene una incidencia muy limitada, representando para todos los volúmenes menos de la cuarta parte del producto depositado en la superficie del suelo (Ensayo 23).

La deposición de producto en la zona de goteo está relacionada con la estructura de los órganos aéreos de los árboles. En plantaciones de manzanos se obtienen deposiciones aproximadamente cinco veces inferiores a las registradas en perales (Ensayos 19, 20, 21, 22 y 23).

No obstante, la mayor fracción de pérdidas tiene su origen en los procesos de evaporación y deriva, dependientes en todo caso de los aspectos dimensionales de las gotas (Ensayo 24).

Dichas pérdidas se estiman en un 45.4 % para los tratamientos a 100 L/ha. En cambio, tanto para las aplicaciones a 400 L/ha como a 1600 L/ha, las pérdidas son aproximadamente la mitad de las anteriores.

En consecuencia los tratamientos a muy bajo volumen muestran una tendencia a ejercer una acción contaminante sensiblemente superior.

3.3.5 Eficiencia de los tratamientos: formación de gotas

Ninguna de las variantes ensayadas de disposición de boquillas por caudales, 1/2:1/2 y 2/3:1/3, influye de forma significativa en las deposiciones medias sobre plantaciones de manzanos en palmeta regular (Ensayos 31 y 32). Puede recomendarse en todo caso, en plantaciones de alto porte, la disposición 2/3:1/3 por su capacidad en mejorar las deposiciones en la zona superior de los árboles, justamente donde se detectan mayores densidades de plaga, y también por su tendencia a reducir las deposiciones en la superficie del suelo.

Por otra parte, al contrario de lo comunmente aceptado, la pulverización a presión moderada, 5 bar, sin alcanzar niveles de significación, mejora la deposición en todas las zonas de los árboles en relación a la presión de 20 bar (Ensayo 33). La acción de transporte del ventilador es en este caso preferible al intento de distribución merced al incremento de la energía cinética de las gotas al inicio de su trayectoria.

3.3.6 Eficiencia de los tratamientos: aspectos aereodinámicos

Las experiencias relacionadas con aspectos aereodinámicos de la pulverización han demostrado que el ventilador se encuentra fuertemente implicado en los resultados de la aplicación y expresamente, en los aspectos relativos a la calidad de dicha aplicación.

El ventilador es el dispositivo responsable de que prácticamente en todos los ensayos se hayan obtenido deposiciones superiores en la banda derecha de distribución. Esta diferencia alcanza en algunos ensayos significación estadística (Ensayos 12 y 31).

Dicho fenómeno tiene su correspondencia con las deposiciones en la superficie del suelo donde nuevamente se alcanzan valores significativamente superiores para la banda derecha (Ensayos 22 y 23).

Asimismo, en nuestras condiciones de ensayo, se ha comprobado que el caudal de aire impulsado por el ventilador axial utilizado en los ensayos es excesivo para la estructura de las plantaciones. En condiciones nominales de trabajo, 540 r/min y velocidades de avance entre 3.50 y 4.00 km/h, se requieren

caudales de aire inferiores a 30.000 m³/h (Ensayos 34, 35, 36, 38 y 39).

Estos resultados explican, con independencia del volumen de aplicación, la magnitud de las pérdidas por efecto de evaporación y deriva (Ensayo 24).

De acuerdo con lo propuesto por diferentes autores, para la determinación del caudal de aire necesario para unas condiciones dadas, dimensiones de la plantación y velocidad de avance, debe suponerse un valor del coeficiente de expansión comprendido entre 2 y 3. Probablemente en las condiciones en las que se han desarrollado nuestros ensayos, dicho coeficiente debe adoptar un valor más próximo al extremo superior que al inferior de dicho intervalo.

Puesto que sobre plantaciones formadas en palmeta se carece de antecedentes que hayan permitido la discusión de nuestros trabajos, esta última hipótesis debe confirmarse mediante ulteriores experiencias.

Los ventiladores de flujo centrífugo son totalmente descartables para este diseño de plantación (Ensayo 37). De acuerdo con los resultados obtenidos, el coeficiente de expansión del aire para estos ventiladores debe ser sensiblemente inferior a los de ventiladores de flujo axial, ya que a pesar de que ambos ventiladores impulsan caudales del mismo orden de magnitud, el ventilador de flujo centrífugo consigue deposiciones significativamente inferiores casi en todas las zonas de los árboles.

Por otra parte el mayor consumo específico de energía de los ventiladores de flujo centrífugo, destinado en buena parte a la generación de ruido, tampoco hace aconsejable su utilización.

3.3.7 Condiciones metereológicas durante la aplicación

Mediante la pulverización a 100 L/ha en dos condiciones ambientales diferentes se ha comprobado de forma empírica la incidencia de las condiciones metereológicas en los procesos de evaporación y deriva. La eficiencia de la aplicación, deposición en la superficie foliar en relación al producto total distribuido, mantiene una relación estrecha con la temperatura y la humedad relativa ambiental existentes durante el período de aplicación (Ensayo 40).

En base a los resultados obtenidos, podemos suponer que la eficiencia de la aplicación alcanzará su máximo durante aquellas horas en las que se den los mínimos de temperatura y el máximo grado higrométrico.

Probablemente por razones operativas, las aplicaciones deben realizarse durante las horas diurnas por lo que, si pretendemos ajustarnos al requisito anterior, deberemos emplear las primeras horas de la mañana o las del atardecer.

3.3.8 Metodología a aplicar en el análisis de poblaciones de fitófagos

Respecto a la metodología adoptada para el estudio estadístico de las poblaciones de fitófagos, cabe señalar que el análisis de la covarianza de las poblaciones posteriores al tratamiento, con respecto a la población inicial, ha permitido de forma aceptable separar las medias de poblaciones existentes en las diferentes zonas de los árboles, bandas de tratamiento y las medias generales de cada tratamiento.

Con la aplicación de dicha metodología se ha conseguido de una parte eliminar la influencia de la densidad de población inicial y, a su vez, diferenciar de forma coherente las densidades de población resultantes, al establecer comparaciones específicas a nivel de zonas de los árboles.

Este último requisito no es asumido de forma aceptable por las fórmulas clásicas para el cálculo de mortalidades o eficacias propuestas por Abbot o Henderson-Tilton. Es por ello que dichas fórmulas no han sido adoptadas en este trabajo.

Así pues, en futuras experiencias en el ámbito de la fruticultura que precisen contrastar eficacias de tratamientos a nivel de zonas de los árboles, puede recomendarse la metodología descrita, basada en el análisis de covarianza de poblaciones de fitófagos.

4. Conclusiones

1.- De entre los diferentes factores que afectan la eficiencia de la distribución de fitosanitarios en plantaciones frutales, mediante la técnica de pulverización hidroneumática, cabe destacar el volumen de caldo aplicado por unidad de superficie de cultivo, las características de la pulverización (formación y transporte de gotas) y las condiciones metereológicas (temperatura y humedad relativa).

2.- Se ha puesto de manifiesto que los tratamientos a muy bajo volumen, 100 L/ha, son descartables en nuestras condiciones de cultivo, puesto que su nivel de deposiciones de producto en la superficie de los árboles se ve disminuido, lo que comporta una mayor proporción de pérdidas y, consecuentemente, un incremento de los efectos contaminantes. Estas deficiencias se traducen concretamente en una reducción en la acción de control de P. ulmi.

3.- En el control de P. ulmi y de P. pyri, la pulverización a bajo volumen, 400-500 L/ha, sobre plantaciones adultas formadas en palmeta regular, alcanza resultados equivalentes a los tratamientos a volumen convencional, 1500-1600 L/ha. Sin embargo, en plantaciones de manzanos también formadas en palmeta regular, el nivel de deposiciones puede en ocasiones disminuir en relación a las aplicaciones a volumen convencional. Por ello los 500 L/ha deben considerarse el límite inferior de los volúmenes a aplicar en estas plantaciones.

4.- Sobre plantaciones de perales formadas en palmeta regular, los tratamientos a 400 L/ha son perfectamente recomendables puesto que alcanzan niveles de deposición equivalentes a los tratamiento convencionales.

5.- Los tratamientos a volumen y dosis reducida en un 25 % no deben adoptarse con carácter generalizado. Concretamente en el tratamiento contra P. ulmi la reducción de dosis comporta siempre una menor eficacia en el control del ácaro.

Por contra, en tratamientos para el control de P.pyri se han alcanzado resultados aceptables mediante la distribución de amitraz a volumen y dosis reducida.

6.- No se han detectado en ningún caso dificultades operativas derivadas de la pulverización de preparaciones concentradas para mantener la dosis de tratamiento en aplicaciones a volumen reducido.

7.- Las aplicaciones sobre plantaciones de perales son más uniformes en su distribución en relación a las aplicaciones sobre manzanos. Este hecho comporta una mayor eficiencia de los productos distribuidos que explica las posibilidades de reducción de dosis en el tratamiento de P. pyri.

8.- El incremento de la variación en la distribución sobre plantaciones de manzanos debe atribuirse a la dificultad de penetración de las gotas en las zonas interiores de los árboles.

9.- Para los diseños de plantación utilizados en los ensayos, el fenómeno de deslizamiento de gotas sobre la superficie de los árboles y la consiguiente aparición del goteo es, incluso para la pulverización a 1600 L/ha, muy reducido.

10.- En aplicaciones sobre plantaciones en palmeta regular es preferible la disposición de boquillas por caudales en 2/3:1/3 respecto a la disposición 1/2:1/2 y la adopción de presiones de trabajo de 5 bar frente a 20 bar.

11.- El ventilador del pulverizador es responsable de:

- a) Las irregularidades en la distribución, especialmente de las diferencias de deposición entre bandas de tratamiento.
- b) De la mayor parte de las pérdidas por deposición en la superficie del suelo.
- c) De una parte de las pérdidas por deriva.

12.- El caudal de aire proporcionado por el ventilador ha de ajustarse a las características estructurales de la plantación y a la velocidad de desplazamiento del conjunto tractor-máquina. Para ello es imprescindible que el equipo utilizado en los tratamientos disponga de los mecanismos necesarios para regular el funcionamiento del ventilador.

13.- Por el momento, no se dispone de suficientes elementos que permitan establecer con rigor el valor del coeficiente de expansión del aire a aplicar en plantaciones formadas en palmeta regular. La solución a dicho interrogante debe alcanzarse mediante posteriores trabajos experimentales.

14.- Los ventiladores de flujo radial no son adecuados para la estructura de las plantaciones utilizadas en los ensayos, por lo que deben por el momento ser descartados en su empleo.

15.- Como vías de reducción de las cantidades de productos fitosanitarios distribuidos sobre plantaciones frutales cabe señalar:

- a) Mejora de los aspectos aereodinámicos del proceso de distribución que comporten una reducción de la deposición de producto en la superficie del suelo por la acción directa del ventilador y un incremento de la capacidad de penetración de las gotas en las zonas interiores de los árboles.
- b) La aplicación de dosis en relación con la densidad de plaga.
- c) La aplicación de dosis proporcionales a la vegetación.

5. Bibliografia

ADE, G. et al. (1985). Aspetti della irrorazione a medio e basso volume in frutticoltura. *Economia Trentina*, 1: 36-40.

ADE, G. (1986). Prestazioni dei ventilatori assiali per le irroratrici. *Atti Giornate Fitopatologiche 1986*, 2: 499-508. Bologna.

ADE, G.; BARALDI, G; SERVADIO, P. (1987). Aspetti Meccanici della difesa nel Frutteto. pp. 39-85. En *Scelta dei volumi di intervento e regolazione delle machine irroratrici nei trattamenti fitosanitari ai fruttiferi*. Coord. Baraldi, G.; Cesari, A. Erso. Cesena. 119 pp.

AKESSON, N.B.; YATES, W.E. (1979). Pesticide application, equipment and techniques. FAO. Roma. 257 pp.

AKESSON, N.B.; YATES, W.E. (1981). Precision spraying developments for pesticides. *Proc. Fla. Conf. on Pesticide Application Technology*. 12 pp.

ALLEN, J.; AUSTIN, D.; BUTT, D. (1986). Improving the efficiency of top fruit spraying. pp. 8-9. En *Science Sprays and Sprayer*. Agricultural and Food Research Council, June 1986. Silsoe.

ANONIMO (1989). The parameters of control procedures using pesticides. *FAO Plant prot. bull.* 37(1): 17-26.

ANSELMINI, N; BOCCONE, A.; GIORCELLI, A. (1986). Nuove possibilità di distribuzione degli anticrittogamici in pioppeto con mezzi terrestri ed aerei. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2: 547-566. Bologna.

ANTONIN, Ph.; FELLAY, D. (1976). L'influence du type de pulvérisateur sur l'efficacité des traitements antiparasitaires en arboriculture. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 8:11-131.

ANTONIN, Ph.; FELLAY, D. (1979). Influence du volume et de la quantité de matière active à l'hectare sur l'efficacité des traitements phytosanitaires en arboriculture. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 11(3): 143-154.

ANTONIN, Ph. (1981). Utilisation des pulvérisateurs en arboriculture fruitière. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol 13(1): 19.

ANTONIN, Ph. (1983). Utilisation de pulvérisateurs en arboriculture fruitière. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 15(1): 49-50.

ANTONIN, Ph.; FISCHER, J.K. (1986). Nouvelles recherches pour améliorer la pulvérisation. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 18(3): 173-179.

ANTONIN, Ph.; FELLAY, D.; MITTAZ, Ch. (1987). Pulvérisation à bas volume en arboriculture: quatre années d'expérimentation. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol 19(5): 275-281.

ANTONIN, Ph.; FELLAY, D. (1988). Influence du volume et de la quantité de matière active à l'hectare sur l'efficacité des traitements phytosanitaires en arboriculture. *Simposi Internacional de la producció frutícola. Eurofruit'88.* Lleida. pp. 89-94.

BÄCKER, G.; BRENDDEL, G.; KEIM, F.D. (1979). Pflanzenschutz mit geringem wasser-
aufwand und reduzierter wirkstoffdosis. Die Weinwissenschaft 34(2): 90-125.

BÄCKER, G.; BRENDDEL, G.; KEIM, F.D. (1980). Reduzierung der brühe und Wirk-
stoffmengen beim pflanzenschutz. Die Weinwissenschaft. 35(4): 388-396.

BARALDI, G. (1981). Irroratrici per la difesa delle piante: "efficienza ed
impiego". Annali ISMA. Vol XI: 131-138.

BARALDI, G.; ADE, G.; COMAI, M. (1982). La distribuzione dei fitofarmaci con
diversi tipi di irroratrici per frutteto. L'Informatore Agrario (26): 26021-
26026.

BARALDI, G. (1983). Metodi e macchine per l'irrorazione nel frutteto. L'Infor-
matore Agrario 27: 26577-26580.

BARALDI, G. (1984). Trattamenti a basso volume. Terra e Vita 23: 50-52.

BARALDI, G. et al. (1984). Evaluation of apple tree spraying systems in Italy.
184 British Crop Protection Conference - Pests and Diseases: 981-986

BARALDI, G.; ADE, G. (1984). Le irroratrici per il frutteto. La Difesa delle
Piante 1: 51-60.

BARALDI, G.; ADE, G. (1985). Irrorazione antiparassitaria a volumi ridotti:
residui a terra e grado di difesa. L'Informatore Agrario. Verona, XLI(29): 51-
55.

BARALDI, G. et al. (1986). Caratteristiche della distribuzione di irroratrici modificate. Atti Giornate Fitopatologiche 1986, 2: 491-498.

BARALDI, G. (1988). Eficiència en la distribució de productes fitosanitaris en fructicultura. Simposium Internacional de la Producció Fructícola. Euro-fruit'88. Lleida. pp. 80-88.

BERTINI, M.; CASTAGNOLI, F.; SCANNAVINI, M. (1987). Influenza del sistema di distribuzione sulla possibilità di riduzione delle dosi di fungicida nella difesa antiticchiolatura. Informatore Fitopatologico 5: 19-22.

BERTINI, M.; CESARI, A. (1987). Aspetti biologici nella distribuzione dei fitofarmaci. pp. 9-38. En Scelta dei volumi di intervento e regolazione delle macchine irroratrici nei trattamenti fitosanitari ai fruttiferi. Coord. Baraldi, G.; Cesari, A. Erso. Cesena. pp. 119.

BOURNAS, L.; GOFFRE, P.; THOURODE, D. (1981). Le matériel d'application des produits phytosanitaires. Phytoma-Défense des Cultures. Mars: 39-42, Avril: 27-32.

BRAZEE, R.D. et al. (1978). Effects of air volume rate and travel speed on air velocities delivered by orchard air sprayers. Fruits Crops-1978: A Summary of Research, pp. 23-30.

BRAZEE, R.D. et al. (1981). Turbulent jet theory applied to air sprayers. Transactions of ASAE 24(2):266-272.

- CAMPBELL, M.M.; LOVELESS, R.T.; EVANS, P.T. (1988). Effects of spraying volume and chemical rate on the control of apple scab (*Venturia inaequalis*) and codling moth (*Cydia pomonella*) in an apple orchard. *Crop Protection*, Vol. 7: 112-117.
- CESARI, A. et al. (1986). Applicazioni fitoiatriche a basso volume con sistemi di distribuzione di tipo elettrostatico. *Atti Giornate Fitopatologiche 1986*, 2: 525-534.
- CESARI, A.; BERTINI, M.; CASTAGNOLI, F. (1986). Trattamenti a basso volume: come e quando impiegarli. *Informatore Fitopatologico*, 10: 9-14.
- CESARI, A. (1988). Sistemes de distribució per a la defensa contra *V. inaequalis* de la pomera. *Simposium Internacional de la Producció Fructícola. Eurofruit'88. Lleida*. pp. 73-79.
- CESARI, A.; BERTINI, M. (1988). Lotta contro i parassiti e le malattie dei meleti: un resoconto dei trattamenti a basso volume in Italia. *Simp. Int. sulle Technique di Applicazione dei Prodotti Fitosanitari. Parigi*. pp. 209-216.
- CIBA-GEIGY. (1978). *Manual de ensayos de campo*. 194 pp.
- COMAI, M.; BARALDI, G.; ADE, G. (1985). Efficacia di trattamenti antiparassitari eseguiti ad alto e basso volume. *Economia Trentina*, 1: 41-46.
- COSTA-COMELLES, J. (1989). *Plagas de ácaros en frutales*. Universidad Politécnica de Valencia. Documento no publicado.

CUNNINGHAM, R.T.; BRANN Jr., J.L.; FLEMING, G.A. (1962). J. econ. Ent. Citado por Hartley, G.S. y Graham-Bryce, I.J.

DARP (1988). Estadístiques agràries i pesqueres de Catalunya. Any 1988. Estadística i informació agrària. 176 pp.

ELLIOT, J.G.; WILSON, B.J. (1983). The influence of weather on the efficiency and safety of pesticide application. British Crop Protection Council. 135 pp.

EMA. ESTACIO DE MECANICA AGRICOLA DE LLEIDA. (1989). Programa de certificació de característiques de la maquinària de tractaments fitosanitaris. Butlletí d'assaigs.

EUROSTAT. (1989). Production végétale. Statistiques trimestrielles 1.

FELLAY, D.; ANTONIN, Ph. (1982). 1982. Essai de pulverisation en arboriculture fruitière. RAC-Centre d'arboriculture et d'horticulture des Fougères. Documento no publicado.

FELLAY, D.; ANTONIN, Ph. (1983). 1983. Essai de pulverisation a bas volume en arboriculture. RAC-Centre d'arboriculture et d'horticulture des Fougères. Documento no publicado.

FISCHER, J.; PROBST, M.; RAISIGL, U. (1982). Comparison between X-1's (100 l/ha) and nozzles (400 l/ha) mounted on the same mist blower. Documento no publicado.

FISCHER, J.; PROBST, M.; RAISIGL, U. (1983). Comparison three application methods: Mist blower turbo 780 from Fischer SA, Vevey equipped with X-1 atomizers from Micron Sprayers Ltd., England, 70 L/ha and nozzles (1.2) from Fischer S.A., Vevey, 500 L/ha, and Spray gun 1500 L/ha. Documento no publicado.

FLORI, P.; TENTONI, P.; MALUCELLI, G. (1987). Valutazione degli aspetti quantitativi di trattamenti a basso volume. *Informatore Fitopatologico*, 5: 23-25.

FOX, R.D. et al. (1980). Model of the air sprayer. OARDC, Fruit Crops-1980: A Summary of Research, Res. Circ. 259. pp. 28-31.

FOX, R.D.; REICHARD, D.L.; BRAZEE, R.D. (1982). A model study of effect of wind on air-sprayer jets. *Papers of ASAE. Microficha 82-1012.*

FOX, R.D. et al. (1984). Penetration of an apple tree canopy by orchard-sprayer air jets. OARDC, Fruit Crops-1984: A Summary of Res., Res. Circ. 283:22-25.

FRANCO, I.; SIO, J.; TORA, R. (1990). Resultats del primer any d'aplicació d'un programa de lluita integrada en una plantació de fruiters, situada en el T.M. de Lleida. *Servei de Protecció dels Vegetals. Documento no publicado.*

GANZELMEIER, H.; MOSER, E. (1986). Abdrift beim Einsatz von Sprüh-und Stäubegeräten im Obst-und Ackerbau. *Grundl. Landtechnik Bd. 36. 6: 174-19.*

GARCIA-MARI, F.; COSTA-COMELLES, J.; FERRAGUT, F. (1986). Los ácaros y su tratamiento en frutales. *Fruticultura Profesional 5: 113-116.*

- GARCIA-MARI, F.; COSTA-COMELLES, J. (1988). Noves solucions al problema de l'aranya roja dels fruiters. Simposio Internacional de la Producció Fructícola. Eurofruit'88. Lleida. pp. 13-35.
- GARTNER, H. (1978). Versuche zur Anwendung des Feinsprühverfahrens bei der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen des Apfels. Farleitsebrigt: Obst-Wein-Garten dezember 1978: 279-288.
- GENTET, M. (1986). Pulvérisation en arboriculture. ACTA. Paris. 64 pp.
- GILES, D. K. (1988). Energy Conversion and Distribution in Pressure Atomization Transactions of the ASAE Vol. 31(6):1668-1673.
- GILES, D.K.; DELWICHE, M.J.; DODD, R.B. (1989). Spatial Distribution of Spray Deposition from an Air-Carrier Sprayer. Transactions of the ASAE Vol. 32(3):807-811.
- GOLOVIN, M.N.; PUTMAN, A.A. (1962). Inertial impaction on single elements. I&E C Fundamentals 1(4): 264-273.
- GORDON, S.C.; WILLIAMSON, B. (1988). Comparison of an air-assisted cross-flow sprayer with a conventional hydraulic sprayer for control of raspberry aphids by fenitrothion. Crop Protection 7: 106-111.
- HALL, F.R.; REICHARD, D.L.; KRUEGER, H.R. (1975). Dislodgeable azinphosmethyl residues from air blast spraying of apple foliage in Ohio. Arch. Environ. Contam. and Toxicol. 3: 352-363.

- HALL, F.; REICHARD, D.L.; KRUEGER, H.R. (1981). Effects of spray volume and nozzle pressure on orchard spray deposits. *Journal of Economic Entomology*. 74: 461-465.
- HALL, F. (1984). Evaluation of alternate row middle (ARM) spraying for apple orchards. OARDC, *Fruit Crops-1984: A Summary of Research*, Res. Circ. 283, pp. 17-21.
- HARTLEY, G.S.; GRAHAM-BRYCE, I.J. (1980). *Physical principles of pesticide behaviour*. Academic Press. London. 1024 pp. (2 vol).
- HARTVIG JENSEN & CO. A/S. (1987). *Catálogo de boquillas Hardi*. 32 pp.
- HICKEY, K.D.; MAY, J.; GARRETSON, M. (1980). Evaluation of spray volume rate and sprayer type for control of apple scab and powdery mildew. *Fungicide and Nematicide Tests* 36: 9.
- HUMANES, J.; HERRUZO, B.; PORRAS, A. (1982). Uso de la electrónica en las máquinas de tratamientos. *Agricultura* pp. 811-814.
- IRLA, E. (1986). *Essais comparatifs de pulvérisateurs (cultures fruitières)*, 1985. Rapports FAT. Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et du génie rural. *Tänikon TG*. 293: 14 pp.
- JOHNSTONE, D.R. (1985). *Physics and meteorology*. pp. 35-67. En *Pesticide application : principles and practice*. Ed. P.T. Haskell. Clarendon Press. Oxford. 494 pp.

JUSTE, F.; FORNES, I.; VAL, L. (1987). Problemática y estado actual de la maquinaria de tratamientos fitosanitarios en la Comunidad Valenciana. *Fruticultura Profesional* 12: 49-58.

JUSTE, F. (1988). Noves tècniques d'aplicació de productes fitosanitaris en agris. Simposi Internacional de la Producció Fructícola. Eurofruit'88. Lleida. pp. 95-106.

JUSTE, F.; IBAÑEZ, R.; SANCHEZ, S. (1989). Estudios de distribución de productos fitosanitarios en el cultivo de cítricos. FIMA. 21 Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. Zaragoza. pp. 337-387.

LAW, S.E.; COOPER, S.C. (1988). Depositional Characteristics of Charged and Uncharged Droplets Applied by an Orchard Air Carrier Sprayer. *Transactions of the ASAE* 31(4): 984-989.

LEWIS, F.H. et al. (1969). Calibration of airblast sprayers for use on deciduous fruits. Pa. State Univ. Agric. Exp. Stan. Prog. Rep. 294. 16 pp.

LÜDERS, W. (1979). Pflanzenschutz-maschinen und deren Einsatz. Oertel+Spörer GmbH+Co. Reutlingen. 502 pp.

LÜDERS, W.; GANZELMEIER, H. (1982). Die Ausbreitung einer Gebläseluftströmung inner-und außerhalb eines Hopfenbestands. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 34: 33-44.

MAPA (1988). Anuario de Estadística Agraria 1987. 675 pp.

- MARER, P.J. (1988). The safe and effective use of pesticides. University of California. 387 pp.
- MARQUEZ, L. (1986a). Presente y futuro de la maquinaria para pulverización. 2º Simposium Nacional de Agroquímicos. Sevilla. 11 pp.
- MARQUEZ, L. (1986b). Maquinaria para tratamientos en frutales. Pulverizadores hidroneumáticos. Agricultura. pp. 470-474.
- MATTHEWS, G.A. (1979). Pesticide application methods. Longman. London, New York. 334 pp.
- MATTHEWS, G.A. (1985). Application from the ground. pp. 95-117. En Pesticide application: principles and practice. Ed. P.T. Haskell. Clarendon Press. Oxford. 494 pp.
- MAUCH, A. (1975). Zum Stand der Mechanisierung im Obstbau. Landtechnik, Heft 4, 191-195.
- MENN, J.J. (1987). Agrochemical trends and the fate of pesticides. Fate of pesticides in the environment. pp. 1-2. California. 158 pp.
- MICRON CORPORATION. (1984). Results of droplet measurements of micron X-1. Documento no publicado.
- MOREL, M. (1984). Buses et pulvérisation. Phytoma-Défense des Cultures. Mars: 49-51.

MUSILLAMI, S. (1982). Les traitements par pulvérisation et les pulvérisateurs en agriculture. CEMAGREF. 178 pp.

NGUYEN, T.; BOUYJOU, B.; DELVARE, B. (1981). les psylles du poirier et leur complexe parasitaire. La défense des végétaux. 209: 221-226.

NGUYEN, T. (1988). Problemes derivats de la utilització intensiva d'insecticides contrales psil·les del perer. Simposium Internacional de la Producció Fructícola. Eurofruit'88. Lleida. pp. 4-12.

PLANAS, S.; GILART, E. (1990). Costos d'utilització de la maquinària agrícola. 1990. DARP. Documento no publicado.

PLANAS, S.; PONS, L. (1987). Resultados parciales del programa de revisión de la maquinaria de tratamientos fitosanitarios en Catalunya. 20 Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. Zaragoza. pp. 99-108.

PLANAS, S. (1988). Caracterización en campo de ventiladores de pulverizadores hidroneumáticos. FIMA. 20 Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. Zaragoza. pp 189-198.

PLANAS, S.; FILLAT, A. (1988). Noves tècniques d'aplicació de productes fitosanitaris en fructicultura. Simposium Internacional de la Producció Fructícola. Eurofruit'88. Lleida. pp 117-121.

REICHARD, D.L. et al. (1977). Spray droplet size distributions delivered by air blast orchard sprayers. Transactions of the ASAE Vol. 20: 232-242.

REICHARD, D.L.; HALL, F.R.; RETZER, H. (1978). Distributions of droplet sizes delivered by orchard air sprayers. *Journal of Economic Entomology*. Vol. 71(1): 53-57.

REICHARD, D.L.; RETZER, H.J.; HALL, F.R. (1978). Spray droplet sizes delivered by orchard air sprayers. OARDC, *Fruit Crops-1978: A Summary of Research*, Res. Circ. 239, pp. 31-34.

REICHARD, D.L. et al. (1979). Air velocities delivered by orchard air sprayers. *Transactions of the ASAE* Vol. 22(1):69-74.

REICHARD, D.L.; HALL, F.R.; KRUEGER, H.R. (1980). Effects of application equipment variables on spray deposition by orchard air sprayers. OARDC, *Fruit Crops-1980: A Summary of Research*, Res. Circ. 259, pp. 32-35.

REICHARD, D.L. et al. (1986). A system for photographically studying droplet impaction on leaf surfaces. *Transactions of the ASAE* Vol. 29(3):707-713.

RIEUX, R.; FAIVRE D'ARCIER, F. (1983). Aspects numérique et spatial de la dynamique des populations estivales de *Psylla pyri* L. et *Anthocoris nemoralis* F. en verger de poirier. 3^e Colloque sur les Recherches Fruitières. Bordeaux, 1983: 201-208.

RIEUX, R.; FAIVRE D'ARCIER, F. (1984). Approche numérique et spatiale de la dynamique des populations estivales du psylle du poirier *Psylla pyri* L. et de quelques-uns de ses principaux prédateurs (*Anthocoris nemoralis* F. et *Coccinellidae*). OILB. Bulletin SROP. 1984/VII/3: 37-42.

SALYANI, M. (1988). Droplet Size Effect on Spray Deposition Efficiency of Citrus Leaves. Transactions of the ASAE Vol. 31(6): 1680-1684.

SALYANI, M.; WHITNEY, J.D. (1988). Evaluation of Methodologies Field Studies of Spray Deposition. Transactions of the ASAE Vol.31(2): 390-395.

SERVEI DE PROTECCIO DELS VEGETALS. DARP. (1987). Memòria de les estacions d'avisos de Catalunya, 1987.

SIRIEZ, H. (1981). Un rapport des Communautés européennes: Les possibilités de réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisés en agriculture. Phytoma. Défense des cultures. Février: 12-14.

TRAVIS, J.W.; SKROCH, W.A.; SUTTON, T.B. (1987a). Effect of Canopy Density on Pesticide Deposition and Distribution in Apple Trees. Plant Disease Vol. 71(7): 613-615.

TRAVIS, J.W.; SKROCH, W.A.; SUTTON, T.B. (1987b). Effects of Travel Speed, Application Volume, and Nozzle Arrangement on Deposition and Distribution of Pesticides in Apple Trees. Plant Disease Vol. 71(7): 606-612.

TREFAN, L. (1985). Possibilità di valutare la distribuzione dei prodotti anti-parassitari in frutticoltura. Motore & Machine Agricola, 5: 17-25.

UIPP (1986). Techniques d'application. Les traitements phytosanitaires a volume réduit par voie terrestre. Phytoma-Défense des cultures. Juillet-Août: 33-41.

VAL, L. et al. (1988). Penetración y tamaño de gota en hoja de distintos sistemas de distribución de productos fitosanitarios en cultivos de cítricos. FIMA. 20 Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. Zaragoza. pp. 199-208.

VANG-PETERSEN, O. (1982). Spraying of apple trees with air mist blower and Ultra Low Volume sprayer with normal and reduced amounts of pesticides. Danish Journal of Plant and Soil Science 86: 255-295.

VIGL, J. (1987). Esperienze in Alto Adige per il trattamento a basso volume. pp. 88-92. En Scelta dei volumi di intervento e regolazione delle macchine irroratrici nei trattamenti fitosanitari ai frutteferi. Coord. Baraldi, G.; Cesari, A. Erso. Cesena. 119 pp.

VILAJELIU, M. (1987). Una forma raonable d'utilització de pesticides: la lluita integrada. Experiències realitzades en fruiters a Girona. Curs de Química, Toxicologia i Anàlisi de Pesticides. Barcelona.

WALTON, W.H.; PREWET, W.C. (1949). Atomization by spinning discs. Proc. Phys. Soc., B62, 341-350

WICKS, T.J.; NITSCHKE, L.F. (1986). Control of apple diseases and pests with low spray volumes and reduced chemical rates. Crop Protection 5(4): 283-287.

ZUMBACH, W.; STADLER, E. (1973). Essai comparatif de pulverisateurs pneumatiques pour arbres fruitiers. Documentation de technique agricole n° 54. Station Fédérale de Recherches d'Economie d'Entreprise et du Génie Rural. Tänikon. 40 pp.

Anejo

ENSAYO 1

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la araña roja (P. ulmi), mediante la realización de múltiples tratamientos acaricidas aplicados a diferentes volúmenes, 100 y 1500 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Starking Delicious, formados en palmeta regular.

Tratamientos realizados

<u>Fecha</u>	<u>Producto</u>	<u>Dosis</u>
08 may 84	Dicofol 16% (*) + Tetradifón 6% (*) Ziram 90%	3.75 L/ha 3.00 kg/ha
25 may 84	Dicofol 16% (*) + Tetradifón 6% (*) Etaconazol 10% Mojante	3.75 L/ha 0.50 kg/ha 0.60 L/ha
09 jun 84	Ziram 90% Metil tiofanato 70% Metidación 40% Mojante	3.75 kg/ha 1.20 kg/ha 2.25 kg/ha 0.60 L/ha
28 jun 84	Ziram 90% Decanetrin 2.5%	3.75 kg/ha 0.60 L/ha
17 jul 84	Clofentazín 50% (*) Dicofol 16% (*) + Tetradifón 6% (*)	0.60 kg/ha 3.75 L/ha
28 jul 84	Dinobutón 40% (*) Metidación 40%	2.00 L/ha 1.87 kg/ha
30 jul 84	Cloruro de calcio	7.50 L/ha

(*) Producto acaricida

Resultados: Evolución de la población de araña roja (P. ulmi).

Medias en cada fecha de conteo, medias totales y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores seguidos por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	FECHA DE CONTEO (n=2)												MEDIA TOTAL (n=26)	
	15/6	23/6	30/6	7/7	14/7	21/7	28/7	4/8	18/8	28/8	4/9	12/9		20/9
100	0.40 a	1.30 a	2.90 a	2.40a	3.70 a	28.40a	10.40a	4.00a	2.40 a	3.40 a	6.00a	12.00a	1.60 a	6.07 ± 2.17 a
1500	0.20 a	0.60 a	2.10 a	3.00a	5.60 a	30.60a	4.20a	0.20a	0.00 a	0.40 a	1.40a	1.00a	0.20 a	3.80 ± 2.38 a

ENSAYO 2

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la psila del peral (*P. pyri*), mediante la realización de múltiples tratamientos insecticidas aplicados a diferentes volúmenes, 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Perales, var. Blanquilla, formados en palmeta regular.

Tratamientos realizados

<u>Fecha</u>	<u>Producto</u>	<u>Dosis</u>
08 mar 85	Caldo bordelés	16.0 L/ha
19 mar 85	Kasugamicina 8%	0.80 kg/ha
	Quelato de hierro	1.60 kg/ha
	Abono foliar	6.40 kg/ha
	Flucitrinato 10% (*)	0.48 L/ha
	Urea foliar	6.40 kg/ha
20 mar 85	Diclorvós 50% (*)	4.00 L/ha
	Paratión 20% (*)	2.40 L/ha
03 abr 85	Acido giberélico	0.004 kg/ha
	Quelato de hierro	1.60 kg/ha
	Abono foliar	6.40 kg/ha
	Urea foliar	3.20 kg/ha
06 abr 85	Flucitrinato 10% (*)	0.45 L/ha
	Benomilo 50%	0.96 kg/ha
	Abono foliar	4.80 kg/ha
	Urea foliar	6.40 kg/ha
24 abr 85	Etaconazol 10%	0.40 kg/ha
	Captan 50%	4.00 kg/ha
	Mojante	0.80 L/ha
20 may 85	Carbendazima 50%	0.96 kg/ha
	Captan 50%	4.00 kg/ha
	Mojante	0.80 L/ha
24 may 85	Metidatió 40%	2.40 kg/ha
	Captan 50%	4.00 kg/ha
	Mojante	0.80 L/ha
14 jun 85	Permetrina 25% (*)	0.80 L/ha
	Fenitrotión 40% (*)	3.20 L/ha
	Mojante	0.80 L/ha
15 jun 85	Clofentazín 50%	0.96 kg/ha
	Cihexaestán 60%	0.96 L/ha
	Mojante	0.80 L/ha

(*) Producto insectida

Resultados: Evolución de la población de psila del peral (P.pyri).

Medias en cada fecha de conteo, medias totales y errores típicos de las densidades de población, ninfas por hoja, existentes estas en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores seguidos por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	FECHA DE CONTEO (n=2)					MEDIA TOTAL (n=10)
	13/5	29/5	11/6	21/6	08/7	
100	0.00 a	0.09 a	0.15 a	3.53 a	0.50 a	0.85 ± 0.75 a
400	0.00 a	0.00 a	0.82 a	0.39 a	0.62 a	0.37 ± 0.18 a
1600	0.00 a	0.00 a	0.03 a	1.36 a	0.57 a	0.39 ± 0.30 a

ENSAYO 3

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la psila del peral (*P. pyri*), mediante la realización de múltiples tratamientos insecticidas aplicados a diferentes volúmenes, 500 y 1500 L/ha.

Plantación: Perales, var. Blanquilla, formados en vaso italiano.

Tratamientos realizados

<u>Fecha</u>	<u>Producto</u>	<u>Dosis</u>
30 abr 85	Captan 50X	3.75 kg/ha
	Permetrina 25X (*)	0.97 L/ha
	Metil tiofanato 45X	1.87 L/ha
	Acido giberélico	0.003 kg/ha
15 may 85	Captan 50X	3.75 kg/ha
	Permetrina 25X (*)	1.05 L/ha
	Acido giberélico	0.06 kg/ha
	Dicofol 16X	
	+ Tetradifón 6X	3.75 L/ha
19 may 85	Benomilo 50X	0.90 kg/ha
	Captan 50X	3.75 kg/ha
30 may 85	Metil tiofanato 45X	0.75 kg/ha
	Captan 50X	3.75 kg/ha
	Metidación 40X	2.25 kg/ha
29 jun 85	Permetrina 50X (*)	1.05 L/ha
	Captan 50X	3.75 kg/ha
08 jul 85	Fenitrotión 40X (*)	2.25 L/ha
	Ziram 90X	3.75 kg/ha
	Carbendazima 50X	0.75 kg/ha
09 jul 85	Dinobutón 40X	2.25 L/ha
13 jul 85	Metil azinfos 20X (*)	3.75 kg/ha
22 jul 85	Dinobutón 40X	2.25 L/ha
	Metil azinfos 20X (*)	3.75 Kg/ha
01 ago 85	Acido giberélico 9X	0.003 kg/ha
	AATC 5X+ A.fólico 0.1X	0.33 L/ha
	Captan 50X	3.75 kg/ha
09 ago 85	Metidación 40X	2.25 kg/ha
	Captan 50X	3.75 Kg/ha

(*) Producto insecticida

Resultados: Evolución de la población de psila del peral (*P.pyri*).

Medias en cada fecha de conteo, medias totales y errores típicos de las densidades de población, ninfas por hoja, existentes estas en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores seguidos por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	FECHA DE CONTEO (n=2)										MEDIA TOTAL (n=22)	
	14/5	23/5	10/6	20/6	09/7	22/7	05/8	13/8	19/8	29/8		09/9
500	0.00 a	0.11 a	0.00 a	0.00 a	0.27 a	0.07 a	0.00 a	0.02 a	0.02 a	0.00 a	0.02 a	0.05 ± 0.02 a
1500	0.06 a	0.02 a	0.06 a	0.03 a	0.42 a	0.07 a	0.25 a	0.10 a	0.00 a	0.07 a	0.05 a	0.10 ± 0.04 a

ENSAYO 4

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la araña roja (P. ulmi), mediante la realización de múltiples tratamientos, acaricidas aplicados a diferentes volúmenes, 500 y 1500 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Starking Delicious, formados en vaso italiano.

Tratamientos realizados

<u>Fecha</u>	<u>Producto</u>	<u>Dosis</u>
30 abr 85	Dicofol 16% (*)	
	Tetradifón 6% (*)	3.75 L/ha
	AATC 5%+ A.fólico 0.1%	0.30 L/ha
	Carbendazima 50%	0.60 kg/ha
	Abono foliar	1.5 kg/ha
	Ziram 90%	3.75 kg/ha
14 may 85	Dicofol 16% (*)	
	+ Tetradifón 6% (*)	3.75 L/ha
29 may 85	Metidación 40%	2.25 kg/ha
	Benomilo 50%	0.90 kg/ha
	Ziram 90%	3.75 kg/ha
11 jul 85	Dinobutón 40% (*)	2.25 L/ha
24 jul 85	Dinobutón 40% (*)	2.25 L/ha
08 ago 85	Fenitrotión 40%	2.25 L/ha
	AATC 5%+ A.fólico 0.1%	0.30 L/ha

(*) Producto acaricida

Resultados: Evolución de la población de araña roja P. ulmi.

Medias en cada fecha de conteo, medias totales y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores seguidos por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	FECHA DE CONTEO (n=2)												MEDIA TOTAL (n=24)
	14/5	23/5	10/6	20/6	09/7	15/7	22/7	05/8	13/8	19/8	29/8	09/9	
500	0.05 a	0.02 a	0.17 a	0.17 a	71.40a	1.20 a	9.00 a	0.40 a	2.80 a	0.72 a	0.60 a	2.60 a	7.43 ± 6.12 a
1500	0.02 a	0.17 a	0.10 a	0.17 a	65.70a	0.60 a	8.84 a	1.80 a	4.40 a	2.60 a	1.60 a	1.60 a	7.30 ± 2.20 a

ENSAYO 5

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la araña roja, (P. ulmi), mediante la realización de múltiples tratamientos, acaricidas aplicados a diferentes volúmenes, 500 y 1500 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Starking Delicious, formados en vaso italiano.

Tratamientos realizados

<u>Fecha</u>	<u>Producto</u>	<u>Dosis</u>
20 mar 86	Oxicloruro de cobre 50%	0.50 kg/ha
10 abr 86	Captan 50%	3.75 kg/ha
	AATC 5X+ A.fólico 0.1%	0.33 L/ha
	Abono foliar	1.50 L/ha
14 abr 86	Abono foliar	3.00 L/ha
	AATC 5X+ A.fólico 0.1%	0.15 L/ha
29 abr 86	AATC 5X+ A.fólico 0.1%	0.30 L/ha
	Ziram 90%	3.75 kg/ha
	Benomilo 50%	0.75 kg/ha
15 may 86	Captan 50%	3.75 kg/ha
	Paratión 20%	1.50 kg/ha
	Dicofol 35% (*)	3.75 kg/ha
30 may 86	Ziram 90%	3.75 kg/ha
	Fenitrotión 40%	3.00 L/ha
10 jun 86	Fenitrotión 40%	3.00 L/ha
	Etilfosfite de aluminio	3.75 L/ha
25 jun 86	Metidatión 40%	3.00 L/ha
19 jul 86	Metidatión 40%	3.00 L/ha
	Ziram 90%	3.75 kg/ha
2 ago 86	Dinobutón 40% (*)	2.25 L/ha

(*) Producto acaricida

Resultados: Evolución de la población de araña roja (P. ulmi).

Medias en cada fecha de conteo, medias totales y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores seguidos por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	FECHA DE CONTEO (n=2)												MEDIA TOTAL (n=24)
	14/6	24/6	01/7	10/7	16/7	24/7	01/8	07/8	13/8	21/8	27/8	12/9	
500	0.00 a	0.00 a	0.10 a	0.55 a	1.50 a	14.35a	35.00b	30.65b	5.75 a	0.00 a	0.05 a	0.00 a	7.33 ± 3.82 a
1500	0.05 a	0.10 a	0.15 a	0.85 a	0.90 a	10.90a	21.65a	21.35a	4.05 a	0.15 a	0.00 a	0.00 a	5.01 ± 2.51 a

ENSAYO 6

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la araña roja, (P. ulmi), mediante la realización de múltiples tratamientos acaricidas aplicados a diferentes volúmenes y dosis 100 (x16), 100(x12), 400 (x4), 400 (x3) y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Tratamientos realizados

<u>Fecha</u>	<u>Producto</u>	<u>Dosis</u>
14 mar 85	Clofentazín 50% (*)	0.96 kg/ha
25 mar 85	Bupirinato 25%	0.80 L/ha
	Quelato de hierro	1.6 kg/ha
	Abono foliar	6.4 kg/ha
24 abr 85	Dicofol 16% (*)	4.00 L/ha
	+ Tetradifón 6% (*)	4.00 L/ha
	Azufre mojable	16.0 kg/ha
	Dimetoato 40%	2.40 L/ha
	Ziram 90%	1.60 kg/ha
	Boro	1.60 kg/ha
30 abr 85	Flucitrinato 10%	0.60 L/ha
	Azufre mojable	16.0 kg/ha
	Captan 50%	4.00 kg/ha
	Boro	1.60 kg/ha
14 may 85	Azufre mojable	12.0 kg/ha
	Captan 50%	4.00 kg/ha
	Boro	1.60 kg/ha
	Abono foliar	4.80 L/ha
24 may 85	Metidación 40% (*)	2.40 kg/ha
	Bupirinato 25%	0.96 L/ha
	Acido fosfórico	1.60 L/ha
	Abono N-P	8.00 kg/ha
	Mojante	0.80 L/ha
14 jun 85	Clofentazín 50% (*)	0.96 kg/ha
	Cihexaestán 60% (*)	0.96 L/ha
	Mojante	0.80 L/ha
19 jun 85	Dimetoato 40%	2.40 L/ha
	Permetrina 50%	0.48 L/ha
	Bupirinato 25%	0.96 L/ha
	Corrector Ca	4.8 L/ha

(*) Producto acaricida.

Resultados: Evolución de la población de araña roja (P. ulmi).

Medias en cada fecha de conteo y medias totales y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores seguidos por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	FECHA DE CONTEO (n=2)						MEDIA TOTAL (n=24)
	25/4	13/5	29/5	11/6	21/6	08/7	
100 (x16)	0.00 a	0.10 a	0.55 a	3.90 a	75.00b	127.00 b	34.47 ± 16.84 a
100 (x12)	0.25 a	0.50 a	0.95 a	4.10 a	30.30a	119.60 b	25.95 ± 14.17 a
400 (x4)	0.27 a	0.00 a	0.60 a	0.91 a	14.70a	2.60 a	3.18 ± 1.73 a
400 (x3)	0.12 a	0.20 a	0.70 a	2.10 a	14.70a	10.60 a	4.73 ± 1.94 a
1600	0.30 a	0.10 a	0.50 a	1.50 a	6.90a	2.60 a	1.99 ± 0.91 a

ENSAYO 7

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la araña roja (*P. ulmi*), mediante la realización de un tratamiento acaricida aplicado a diferentes volúmenes, 100, 400 y 1000 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Starking Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 17 jul 85

Hora: 9.30 h.

Condiciones meteorológicas durante la aplicación

Temperatura: 24 °C

Humedad relativa: 68 %

<u>Productos</u>	<u>Dosis</u>
Amitraz 20%	4.00 L/ha
Cihexaestan 20%	
Tetradifon 20%	1.40 L/ha

Datos de partida:

Población inicial de araña roja (*P. ulmi*).

Medias y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes en la fecha anterior al tratamiento en las parcelas de ensayo. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=30)	B A N D A (n=15)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	6.25 ± 1.22 a	3.99 ± 0.95 a(a)	8.51 ± 2.18 a(a)
400	12.50 ± 2.62 b	9.60 ± 2.39 a(a)	15.41 ± 4.74 b(a)
1600	12.13 ± 2.61 b	10.31 ± 2.66 b(a)	13.95 ± 4.64 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=10)		
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m
100	0.96 ± 0.09 a(a)	4.55 ± 0.80 a(a)	13.24 ± 2.25 a(b)
400	1.58 ± 0.12 a(a)	6.68 ± 0.68 a(a)	29.26 ± 4.16 b(b)
1600	1.72 ± 0.22 a(a)	7.31 ± 1.64 a(b)	27.36 ± 4.78 b(c)

Resultados: Población de araña roja (*P. ulmi*) en fechas posteriores al tratamiento.

Medias y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes por bandas y zonas de los árboles en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de las poblaciones resultantes con respecto a la población inicial y estudio de significación entre las rectas de regresión obtenidas (Test de Tukey, $p < 0.05$).

Día \pm 1

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=30)	B A N D A (n=15)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	8.81 \pm 1.55 c	6.96 \pm 1.23c(a)	10.67 \pm 2.83c(a)
400	4.39 \pm 0.76 b	5.67 \pm 1.27b(b)	3.10 \pm 0.75b(a)
1600	2.09 \pm 0.45 a	2.60 \pm 0.71a(b)	1.57 \pm 0.56a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=10)		
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m
100	1.71 \pm 0.29 a(a)	6.21 \pm 0.61 b(b)	18.52 \pm 2.46 b(b)
400	1.15 \pm 0.19 a(a)	2.75 \pm 0.56 b(a)	9.26 \pm 1.07 a(b)
1600	0.46 \pm 0.09 a(a)	1.21 \pm 0.33 a(a)	4.59 \pm 0.90 a(a)

Día ± 3

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=30)	B A N D A (n=15)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	9.96 ± 1.83 b	6.71 ± 0.95 b(a)	13.22 ± 3.39 b(b)
400	4.34 ± 0.73 a	6.43 ± 1.07 ab(b)	2.25 ± 0.86 a(a)
1600	2.71 ± 0.52 a	3.83 ± 0.83 a(b)	1.59 ± 0.49 a(a)

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=30)	B A N D A (n=10)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	2.48 ± 0.35 a(a)	6.71 ± 0.95 b(a)	13.22 ± 3.39 b(b)
400	1.60 ± 0.38 b(a)	3.29 ± 0.79 a(a)	8.14 ± 1.34 a(a)
1600	0.56 ± 1.13 b(a)	1.92 ± 0.41 a(a)	5.65 ± 0.92 b(a)

Día ± 5

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=30)	B A N D A (n=15)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	9.65 ± 1.75 b	5.71 ± 0.96 b(a)	13.60 ± 3.14 b(b)
400	4.19 ± 0.92 a	6.39 ± 1.63 b(b)	1.99 ± 0.48 a(a)
1600	2.52 ± 0.54 a	4.09 ± 0.89 a(b)	0.96 ± 0.26 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=10)		
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m
100	1.72 ± 0.26 a(a)	8.84 ± 1.49 b(b)	18.40 ± 3.51 b(c)
400	1.37 ± 0.27 a(a)	2.49 ± 0.44 a(a)	8.71 ± 2.16 a(a)
1600	0.70 ± 0.26 a(a)	1.77 ± 0.46 a(a)	5.10 ± 1.19 a(b)

Día ± 9

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=30)	B A N D A (n=15)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	1.68 ± 0.31 b	0.61 ± 0.08ab(a)	2.75 ± 0.48 b(b)
400	0.94 ± 0.19 a	1.31 ± 0.36 b(b)	0.57 ± 0.11 a(a)
1600	0.39 ± 0.06 a	0.50 ± 0.08 a(a)	0.29 ± 0.09 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=10)		
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m
100	0.67 ± 0.10 a(a)	1.52 ± 0.36 b(b)	2.86 ± 0.75 c(b)
400	0.37 ± 0.08 a(ab)	0.62 ± 0.10 a(b)	1.84 ± 0.49 a(a)
1600	0.18 ± 0.07 a(a)	0.37 ± 0.12 a(a)	0.63 ± 0.10 b(a)

ENSAYO 8

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la araña roja (*P. ulmi*), mediante la realización de un tratamiento acaricida aplicado a diferentes volúmenes, 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, variedad Starking Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 8 ago 85

Hora: 11.15 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación

Temperatura: 26 °C

Humedad relativa: 62 %

Producto

Dosis

Amitraz 20 %

4.00 L/ha

Cihexaestán 40 %

Tetradifón 20 %

1.40 L/ha

Datos de partida:

Población inicial de araña roja (*P. ulmi*).

Medias y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes en la fecha anterior al tratamiento en las parcelas de ensayo. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	43.69 ± 5.71 a	46.54 ± 10.17 a(a)	40.85 ± 6.62 a(a)
400	50.64 ± 8.04 a	54.19 ± 11.20 a(a)	47.09 ± 12.96 a(a)
1600	28.71 ± 7.06 a	35.32 ± 6.88 a(a)	22.11 ± 12.94 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100	20.40 ± 9.32 a(a)	36.20 ± 6.42 a(a)	57.38 ± 13.97a(b)	60.75 ± 3.51 a(b)
400	15.33 ± 1.55 a(a)	35.23 ± 6.57 a(b)	87.50 ± 7.97 a(d)	64.50 ± 4.19 a(c)
1600	5.88 ± 2.53 a(a)	13.63 ± 6.86 a(a)	48.85 ± 19.6 a(b)	46.50 ± 12.32a(b)

Resultados: Población de araña roja (*P. ulmi*) en fechas posteriores al tratamiento.

Medias y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes por bandas y zonas de los árboles en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de las poblaciones resultantes con respecto a la población inicial y estudio de significación entre las rectas de regresión obtenidas (Test de Tukey, $p < 0.05$).

Día ± 1

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	11.06 ± 2.55 a	13.03 ± 4.39 a(a)	9.09 ± 2.98 a(a)
400	13.28 ± 3.32 a	14.68 ± 4.85 a(a)	11.88 ± 5.13 a(a)
1600	9.48 ± 2.28 a	9.09 ± 3.45 a(a)	9.86 ± 3.45 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100	3.83 ± 0.17 a(a)	4.98 ± 1.46 a(a)	19.05 ± 7.03 a(a)	16.38 ± 5.23 a(a)
400	3.33 ± 0.06 a(a)	5.35 ± 0.87 a(a)	19.08 ± 6.24 a(a)	25.35 ± 9.15 a(a)
1600	1.97 ± 0.91 a(a)	3.43 ± 2.16 a(a)	12.40 ± 4.20 a(a)	20.10 ± 3.36 a(a)

Día ± 4

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	1.71 ± 0.40 a	1.65 ± 0.66 a(a)	1.78 ± 0.54 a(a)
400	1.73 ± 0.51 a	1.49 ± 0.52 a(a)	1.98 ± 0.96 a(a)
1600	0.79 ± 0.18 a	0.65 ± 0.24 a(a)	0.94 ± 0.29 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100	0.45 ± 0.10 a(a)	1.08 ± 0.28 a(a)	2.05 ± 0.84 a(a)	3.27 ± 1.06 a(a)
400	0.15 ± 0.06 a(a)	1.15 ± 0.12 a(a)	2.18 ± 1.41 a(a)	3.45 ± 1.39 a(a)
1600	0.30 ± 0.17 a(a)	0.63 ± 0.16 a(a)	1.30 ± 0.72 a(a)	0.95 ± 0.07 a(a)

Día ± 11

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	15.46 ± 3.11 b	17.76 ± 5.40 b(a)	13.16 ± 3.68 a(a)
400	5.14 ± 0.69 a	4.45 ± 1.28 a(a)	5.84 ± 0.65 a(a)
1600	6.39 ± 1.57 a	6.88 ± 2.49 a(a)	5.91 ± 2.25 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100	6.50 ± 1.73 a(a)	11.32 ± 1.87 a(a)	32.15 ± 7.57 b(b)	11.87 ± 2.30 a(a)
400	2.83 ± 1.47 a(a)	4.95 ± 0.58 a(b)	5.78 ± 0.98 a(ab)	7.03 ± 2.12a(ab)
1600	1.50 ± 0.44 a(a)	2.30 ± 1.00 a(a)	9.15 ± 2.69 a(a)	12.63 ± 3.82 a(a)

ENSAYO 9

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la araña roja, P. ulmi, mediante la realización de un tratamiento acaricida aplicado a diferentes volúmenes, 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Starkin Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 8 ago 85

Hora: 18.30 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación

Temperatura: 28 °C

Humedad relativa: 68%

<u>Producto</u>	<u>Dosis</u>
Amitraz 20 %	4.00 L/ha
Cihexaestán 40%	1.40 L/ha
Tetradifón 20%	1.40 L/ha

Datos de partida:

Población inicial de araña roja (P. ulmi).

Medias y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes en la fecha anterior al tratamiento en las parcelas de ensayo. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	24.54 ± 4.28 a	23.70 ± 6.67 a(a)	25.39 ± 6.29 a(a)
400	39.74 ± 6.92 a	39.22 ± 11.41a(a)	40.25 ± 9.51 a(a)
1600	29.59 ± 6.52 a	29.71 ± 10.04a(a)	29.46 ± 9.75 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100	4.80 ± 1.01 a(a)	20.75 ± 6.16 a(b)	30.25 ± 2.68a(bc)	42.38 ± 8.72a(c)
400	6.15 ± 0.82 a(a)	24.55 ± 3.86 a(b)	59.25 ± 1.44a(c)	69.00 ± 5.04a(c)
1600	3.75 ± 0.98 a(a)	15.80 ± 4.84 a(a)	45.55 ± 9.64a(b)	53.50 ± 14.18a(b)

Resultados: Población de araña roja (*P. ulmi*) en fechas posteriores al tratamiento.

Medias y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes por bandas y zonas de los árboles en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de las poblaciones resultantes con respecto a la población inicial y estudio de significación entre las rectas de regresión obtenidas (Test de Tukey, $p < 0.05$).

Día ± 1

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	8.37 ± 1.97 b	8.55 ± 2.9 a(a)	8.19 ± 3.05 a(a)
400	8.47 ± 1.73 a	9.39 ± 2.92 a(a)	7.55 ± 2.22 a(a)
1600	5.91 ± 1.26 a	6.60 ± 1.93 a(a)	5.22 ± 1.85 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100	2.15 ± 0.64 a(a)	4.77 ± 2.67 a(a)	10.30 ± 4.54 a(a)	16.25 ± 4.04 b(a)
400	3.37 ± 0.72a(ab)	2.27 ± 0.55 a(b)	12.92 ± 2.73 a(a)	15.30 ± 2.95 ab(ab)
1600	1.95 ± 0.55 a(a)	1.57 ± 0.51 a(a)	12.07 ± 1.80 a(a)	8.05 ± 1.31 a(a)

Día ± 4

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	1.26 ± 0.40 b	1.82 ± 0.68 b(a)	0.70 ± 0.41 a(a)
400	0.67 ± 0.25 ab	0.89 ± 0.41ab(a)	0.46 ± 0.32 a(a)
1600	0.29 ± 0.08 a	0.30 ± 0.06 a(a)	0.29 ± 0.16 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100	0.47 ± 0.22a(ab)	0.63 ± 0.39 a(a)	3.00 ± 1.35 b(b)	0.95 ± 0.40a(ab)
400	0.13 ± 0.14 a(a)	0.23 ± 0.10a(ab)	0.35 ± 0.14a(ab)	2.00 ± 0.65 a(b)
1600	0.30 ± 0.14 a(a)	0.20 ± 0.14 a(a)	0.47 ± 0.10 a(a)	0.20 ± 0.06 a(a)

Día ± 11

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	9.57 ± 2.12 b	12.51 ± 3.73 b(b)	6.64 ± 2.00 a(a)
400	5.39 ± 1.24 a	6.46 ± 2.16 a(a)	4.31 ± 1.43 a(a)
1600	2.94 ± 0.64 a	3.59 ± 0.62 a(a)	2.29 ± 1.16 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100	2.00 ± 0.64 a(a)	5.50 ± 1.57 a(a)	17.10 ± 5.21 b(b)	13.70 ± 4.17b(ab)
400	0.95 ± 0.43 a(a)	3.55 ± 1.14 a(a)	5.15 ± 1.08 a(a)	11.90 ± 2.64ab(a)
1600	0.40 ± 0.17 a(a)	1.65 ± 0.58 a(a)	4.67 ± 1.15 a(a)	5.02 ± 1.27 a(a)

ENSAYO 10

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la araña roja (P. ulmi), mediante la realización de un tratamiento acaricida aplicado a diferentes volúmenes, 500 y 1500 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Starking Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 15 jul 86

Hora: 9.00 h.

Condiciones metereológicas:

Temperatura: 24 °C

Humedad relativa: 44 %

<u>Producto</u>	<u>Dosis</u>
Amitraz 20%	4.00 L/ha
Cihexaestán 40%	
Tetradifón 20%	1.40 L/ha

Datos de partida

Población inicial de araña roja

Media y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes en la fecha anterior al tratamiento en las parcelas de ensayo. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=24)	B A N D A (n=12)	
		IZQUIERDA	DERECHA
500	5.95 ± 0.21 a	6.02 ± 0.97 a(a)	5.87 ± 0.75 a(a)
1500	4.97 ± 0.58 a	5.53 ± 1.00 a(a)	4.41 ± 0.96 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=6)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
500	8.22 ± 1.64 a(c)	6.38 ± 0.96 a(bc)	5.36 ± 0.66 a(ab)	3.83 ± 0.89 a(a)
1500	4.08 ± 0.79 a(a)	6.73 ± 1.22 a(b)	5.37 ± 1.62 a(ab)	3.72 ± 1.04 a(a)

Resultados: Población de araña roja (P. ulmi) en fechas posteriores al tratamiento.

Medias y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes por bandas y zonas de los árboles en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de los resultados con respecto a la población inicial y estudio de significación entre las rectas de regresión obtenidas (Test de Tukey, $p < 0.05$).

Día \pm 1

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=24)	BANDA (n=12)	
		IZQUIERDA	DERECHA
500	0.26 \pm 0.06 a	6.02 \pm 0.08 a(a)	5.88 \pm 0.10 a(a)
1500	0.44 \pm 0.23 a	5.53 \pm 0.46 a(a)	4.42 \pm 0.09 a(a)

VOLUMEN L/ha	ZONA ARBOLES (n=6)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
500	0.37 \pm 0.14 a(a)	0.19 \pm 0.08 a(a)	0.35 \pm 0.20 a (a)	0.13 \pm 0.08 a(a)
1500	0.23 \pm 0.14 a(a)	0.18 \pm 0.14 a(a)	0.95 \pm 0.95 a (a)	0.38 \pm 0.32 a(a)

Día \pm 5

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=24)	BANDA (n=12)	
		IZQUIERDA	DERECHA
500	0.06 \pm 0.04 a	0.12 \pm 0.08 a(a)	0.01 \pm 0.00 a(a)
1500	0.12 \pm 0.04 b	0.17 \pm 0.05 a(a)	0.07 \pm 0.04 a(a)

VOLUMEN L/ha	ZONA ARBOLES (n=6)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
500	0.18 \pm 0.18 a(a)	0.03 \pm 0.04 a(a)	0.02 \pm 0.00 a (a)	0.02 \pm 0.00 a(a)
1500	0.18 \pm 0.08 a(a)	0.05 \pm 0.06 a(a)	0.10 \pm 0.08 a (a)	0.13 \pm 0.09 a(a)

Día ± 10

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=24)	B A N D A (n=12)	
		IZQUIERDA	DERECHA
500	0.16 ± 0.05 a	0.15 ± 0.06 a(a)	0.18 ± 0.09 a(a)
1500	0.24 ± 0.29 b	1.20 ± 0.55 b(b)	0.08 ± 0.04 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=6)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
500	0.41 ± 0.16 a(a)	0.13 ± 0.09 a(a)	0.07 ± 0.04 a (a)	0.05 ± 0.04 a(a)
1500	0.80 ± 0.79 a(a)	0.77 ± 0.77 a(a)	0.57 ± 0.62 a (a)	0.43 ± 0.41 a(a)

ENSAYO 11

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la psila del peral (*P.pyri*), mediante la realización de un tratamiento insecticida aplicado a diferentes volúmenes, 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Perales, var. Blanquilla, formadas en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 17 jun 87

Hora: 7.30 h.

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 14 °C

Humedad relativa: 68 %

Producto

Dosis

Amitraz 20 %

4.80 L/ha

Datos de partida:

Población inicial de psila del peral (*P.pyri*).

Medias y errores típicos de las densidades de población, ninfas por brote, existentes en la fecha anterior al tratamiento en las parcelas de ensayo. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=12)	B A N D A (n=6)		Z O N A A R B O L E S (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA	0 - 2 m	2 - 4 m
100	45.00 ± 11.30 a	50.08 ± 18.07 b(a)	39.91 ± 16.71 a(a)	14.50 ± 5.67 a(a)	75.50 ± 11.81b(b)
400	22.54 ± 4.45 a	19.00 ± 5.44 a(a)	26.08 ± 7.78 a(a)	19.26 ± 7.41 a(a)	25.76 ± 6.04 a(a)
1600	32.25 ± 10.41 a	23.83 ± 8.56 a(a)	40.66 ± 20.43 a(b)	5.58 ± 2.24 a(a)	58.91 ± 13.26b(b)
Sin tratar	27.75 ± 3.91 a	22.75 ± 5.21 a(a)	28.75 ± 6.54 a(a)	18.50 ± 5.15 a(a)	33.00 ± 4.73 a(a)

Resultados: Población de psila del peral (*P.pyri*) en fechas posteriores al tratamiento.

Medias y errores típicos de las densidades de población, ninfas por brote, existentes por bandas y zonas de los árboles en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de las poblaciones resultantes con respecto a la población inicial y estudio de significación entre las rectas de regresión obtenidas (Test de Tukey, $p < 0.05$).

Día \pm 5

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=12)	B A N D A (n=6)		ZONA ARBOLES (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA	0 - 2 m	2 - 4 m
100	8.50 \pm 3.51 a	5.33 \pm 3.33 a(a)	11.66 \pm 6.63 a(a)	1.33 \pm 0.75 a(a)	15.66 \pm 5.89 a(b)
400	5.71 \pm 2.20 a	5.58 \pm 3.30 a(a)	5.83 \pm 3.53 a(a)	2.00 \pm 1.22 a(a)	9.16 \pm 3.92 a(a)
1600	8.18 \pm 3.59 a	8.83 \pm 6.45 a(a)	7.50 \pm 4.55 a(a)	1.25 \pm 0.71 a(a)	15.08 \pm 6.26 a(b)
Sin tratar	25.38 \pm 11.71 b	37.33 \pm 23.96 b(b)	13.42 \pm 4.48 a(a)	3.17 \pm 0.91 a(a)	47.58 \pm 9.71 b(b)

Día \pm 13

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=12)	B A N D A (n=6)		ZONA ARBOLES (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA	0 - 2 m	2 - 4 m
100	11.04 \pm 4.19 a	11.41 \pm 6.51 a(a)	10.66 \pm 6.54 a(a)	1.16 \pm 0.03 a(a)	20.91 \pm 6.20 a(a)
400	5.41 \pm 2.24 a	3.50 \pm 1.73 a(a)	7.33 \pm 4.43 a(a)	2.33 \pm 1.93 a(a)	8.50 \pm 4.01 a(a)
1600	5.33 \pm 2.79 a	4.91 \pm 4.47 a(a)	5.75 \pm 4.21 a(a)	0.08 \pm 0.08 a(a)	10.58 \pm 4.96 a(a)
Sin tratar	19.79 \pm 5.91 b	28.83 \pm 11.38 b(b)	10.75 \pm 0.61 a(a)	9.50 \pm 1.22 a(a)	30.08 \pm 10.81 b(b)

ENSAYO 12

Objetivo: Determinar los niveles de deposición sobre árboles tratados a diferentes volúmenes, 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Starking Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 1 jul 86

Hora: 9.30 h.

Condiciones meteorológicas durante la aplicación

Temperatura: 23 °C

Humedad relativa: 67%

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50% de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por los diferentes volúmenes de pulverización. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=36)	CV	B A N D A (n=18)	
			IZQUIERDA	DERECHA
100	1.82 ± 0.17 a	56 %	1.42 ± 0.15 a (a)	2.23 ± 0.28 a (b)
400	2.63 ± 0.18 a	41 %	2.28 ± 0.24 a (a)	2.98 ± 0.27 a (b)
1600	3.91 ± 0.28 b	42 %	3.56 ± 0.34 b (a)	4.25 ± 0.49 b (b)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=6)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
100	1.98 ± 0.37 a(b)	3.38 ± 0.52 a(c)	1.63 ± 0.27 a(b)	1.60 ± 0.23 a(b)	0.90 ± 0.11 a(a)	1.46 ± 0.25 a(ab)
400	1.69 ± 0.22 a(a)	3.58 ± 0.38 a(bc)	1.65 ± 0.29 a(a)	3.83 ± 0.24 b(c)	1.97 ± 0.28 b(a)	3.04 ± 0.40 b(b)
1600	2.76 ± 0.30 b(ab)	6.84 ± 0.66 b(e)	3.25 ± 0.33 b(bc)	4.58 ± 0.43 c(d)	2.40 ± 0.35 b(a)	3.59 ± 0.23 b(c)

ENSAYO 13

Objetivo: Determinar los niveles de deposición sobre árboles tratados a diferentes volúmenes, 500 y 1500 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 4 jul 86

Hora: 11-14 h.

Condiciones meteorológicas durante la aplicación

Temperatura: 29 °C

Humedad relativa: 41 %

Producto aplicado: Oxidloruro de cobre, 50% de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por los diferentes volúmenes de pulverización. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=36)	CV	BANDA (n=18)	
			IZQUIERDA	DERECHA
500	3.26 ± 0.18 a	33 %	3.25 ± 0.23 a (a)	3.27 ± 0.31 a (a)
1500	3.95 ± 0.25 b	38 %	3.60 ± 0.37 a (a)	4.30 ± 0.35 b (b)

VOLUMEN L/ha	ZONA ARBOLES (n=6)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
500	2.38 ± 0.22 a(a)	4.49 ± 0.28 a(b)	2.56 ± 0.15 a(a)	3.97 ± 0.39 a (b)	2.06 ± 0.21 a(a)	4.09 ± 0.30 a(b)
1500	2.68 ± 0.43 a(a)	5.62 ± 0.40 b(c)	2.79 ± 0.18 a(a)	5.27 ± 0.46 b(bc)	2.49 ± 0.22 a(a)	4.82 ± 0.24 b(b)

ENSAYO 14

Objetivo: Determinar los niveles de deposición sobre árboles tratados a diferentes volúmenes, 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 6 jul 87

Hora: 8-9.30 h.

Condiciones meteorológicas durante la aplicación:

Temperatura: 19-21 °C

Humedad relativa: 60-65 %

Producto aplicado: Oxiclورو de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por los diferentes volúmenes de pulverización. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=36)	CV	B A N D A (n=18)	
			IZQUIERDA	DERECHA
100	2.10 ± 0.13 a	37 %	1.96 ± 0.18 a (a)	2.25 ± 0.20 a (a)
400	2.74 ± 0.22 a	48 %	2.60 ± 0.28 ab(a)	2.88 ± 0.35 ab(a)
1600	3.54 ± 0.22 b	37 %	3.42 ± 0.32 b (a)	3.66 ± 0.33 b (a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=6)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
100	1.38 ± 0.28 a(a)	3.04 ± 0.33 a(c)	1.59 ± 0.15 a(a)	2.73 ± 0.24 a(bc)	1.65 ± 0.20 a(a)	2.20 ± 0.16 a(b)
400	1.53 ± 0.25 a(a)	4.73 ± 0.60 b(d)	2.44 ± 0.38 b(b)	3.29 ± 0.35 b(c)	1.76 ± 0.13 a(a)	2.69 ± 0.19 b(b)
1600	2.89 ± 0.35 b(ab)	5.92 ± 0.12 c(d)	3.15 ± 0.26 c(b)	3.96 ± 0.25 c(c)	2.36 ± 0.30 b(a)	2.97 ± 0.28 b(b)

ENSAYO 15

Objetivo: Determinar los niveles de deposición sobre árboles tratados a diferentes volúmenes, 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Perales, var. Blanquilla, formados en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 17 jun 87

Hora: 7.30 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación

Temperatura: 11 °C

Humedad relativa: 68%

Producto aplicado: Oxidocloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por los diferentes volúmenes de pulverización. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=24)	CV	B A N D A (n=12)	
			IZQUIERDA	DERECHA
100	1.36 ± 0.06 a	21 %	1.30 ± 0.15 a (a)	1.42 ± 0.09 a (a)
400	3.69 ± 0.22 b	28 %	3.46 ± 0.30 b (a)	3.93 ± 0.34 b (a)
1600	4.00 ± 0.19 b	22 %	3.89 ± 0.25 b (a)	4.10 ± 0.32 b (b)

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=24)	Z O N A P A R C E L A (n=6)			
		0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100	1.36 ± 0.06 a	1.63 ± 0.07 a (a)	1.55 ± 0.09 a (a)	1.15 ± 0.05 a (a)	1.11 ± 0.12 a (a)
400	3.69 ± 0.22 b	3.95 ± 0.74 b (b)	4.05 ± 0.16 b (b)	3.61 ± 0.43 b(ab)	3.17 ± 0.40 b (a)
1600	4.00 ± 0.19 b	4.35 ± 0.54 b(bc)	4.57 ± 0.28 b (c)	3.91 ± 0.35 b (b)	3.16 ± 0.22 b (a)

ENSAYO 16

Objetivo: Estudiar los efectos de la densidad de población inicial y de la deposición de materia activa, sobre la densidad de población posterior en el control de araña roja, P. ulmi, en el caso de densidad de población baja, en tratamientos a 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 8 jul 88

Hora: 9 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación:

Temperatura: 20 °C

Humedad relativa: 78 %

Productos aplicados:

Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador)

Benzoximato 20 %, 3.2 kg/ha y Hexitiazox, 0.8 kg/ha (acaricidas)

Volúmenes de aplicación: 100, 400 y 1600 L/ha.

Resultados del análisis de regresión múltiple: Medias y errores típicos de las variables independientes (Xi) y de la variable dependiente (Y), coeficiente de determinación (r^2) y nivel de significación de la regresión (P), para diferentes fechas de conteo posteriores al tratamiento. Figuran entre paréntesis el número de réplicas empleadas para el cálculo de cada media.

VOLUMEN L/ha	Población Inicial (X1) (f. móviles/hoja)	Deposición (X2) ($\mu\text{g Cu/cm}^2$)	Población +5 (Y) (f. móviles/hoja)	r^2	P
100(n=16)	6.23 \pm 0.89	1.04 \pm 0.15	7.60 \pm 1.24	0.270	\leq 0.129
400(n=16)	3.33 \pm 0.54	2.71 \pm 0.30	3.06 \pm 0.39	0.045	\leq 0.741
1600(n=16)	6.77 \pm 0.66	2.94 \pm 0.27	4.43 \pm 0.43	0.061	\leq 0.663

Población +7 (Y) (f. móviles/hoja)	r^2	P
16.04 \pm 2.67	0.591	\leq 0.002
3.17 \pm 0.45	0.181	\leq 0.272
6.48 \pm 0.94	0.407	\leq 0.033

Población +14(Y) (f. móviles/hoja)	r^2	P
17.74 \pm 1.82	0.636	\leq 0.001
3.28 \pm 0.58	0.397	\leq 0.037
4.36 \pm 0.55	0.234	\leq 0.176

ENSAYO 17

Objetivo: Estudiar la incidencia de la densidad de población inicial al tratamiento y de la deposición de materia activa, sobre la densidad de población posterior en el control de araña roja, P. ulmi, en el caso de densidad de población alta, en tratamientos a 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 8 ago 85

Hora: 18.30 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación:

Temperatura: 28 °C

Humedad relativa: 68 %

Productos aplicados:

Nitrato cálcico, 8.00 kg/ha (trazador)

Amitraz, 20 % de riqueza, 4.00 L/ha

Cihexastan, 40 % de riqueza, 1.40 L/ha

Tetradifon, 20 % de riqueza, 1.40 L/ha

Volúmenes de aplicación: 100, 400 y 1600 L/ha

Resultados del análisis de regresión múltiple: Medias y errores típicos de las variables independientes (Xi) y de la variable dependiente (Y), coeficiente de determinación (r^2) y nivel de significación de la regresión (P), para diferentes fechas de conteo posteriores al tratamiento. Figuran entre paréntesis el número de réplicas empleadas para el cálculo de cada media.

VOLUMEN L/ha	Población Inicial (X1) (f. móviles/hoja)	Deposición (X2) ($\mu\text{g Ca/cm}^2$)	Población +5 (Y) (f. móviles/hoja)	r^2	p
100(n=16)	24.54 \pm 4.27	9.76 \pm 0.29	8.37 \pm 1.96	0.585	\leq 0.003
400(n=16)	39.74 \pm 6.91	13.65 \pm 0.39	8.47 \pm 1.63	0.766	\leq 0.000
1600(n=16)	29.59 \pm 6.91	12.96 \pm 0.27	5.91 \pm 1.23	0.597	\leq 0.002

Población +4 (Y) (f. móviles/hoja)	r^2	p
1.26 \pm 0.40	0.442	\leq 0.057
0.67 \pm 0.24	0.408	\leq 0.033
0.29 \pm 0.08	0.233	\leq 0.177

Población +11(Y) (f. móviles/hoja)	r^2	p
9.57 \pm 2.12	0.484	\leq 0.013
5.39 \pm 1.24	0.662	\leq 0.000
2.94 \pm 0.63	0.776	\leq 0.000

ENSAYO 18

Objetivo: Determinar la evolución de las deposiciones de oxiclورو de cobre en árboles tratados a diferentes volúmenes, 100 , 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 21 jul 87

Hora: 9.30 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 18°C

Humedad relativa: 67 %

Producto aplicado: Oxiclورو de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Fechas de análisis de deposiciones:

21 jul 87

28 jul 87

21 ago 87

Precipitaciones recogidas durante el período de ensayo: nulas

Resultados: Medias y errores típicos del nivel de producto, µg de cobre por cm², detectado en árboles tratados a diferentes volúmenes en la fecha de la aplicación y en fechas posteriores. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	Día 0 (n=16)	Día + 8 (n=16)	Día + 30 (n=16)
100	1.33 ± 0.22 a(b) [100]	1.15 ± 0.22 a(ab) [86]	0.95 ± 0.19 a(a) [71]
400	3.017 ± 0.24 b(a) [100]	2.99 ± 0.26 b(a) [99]	2.82 ± 0.27 b(a) [93]
1600	3.62 ± 0.29 b(a) [100]	3.53 ± 1.07 b(a) [97]	3.31 ± 0.26 b(a) [91]

ENSAYO 19

Objetivo: Determinar los niveles de deposición de producto en el suelo en plantaciones tratadas a diferentes volúmenes 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Starking Delicious, formada en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 17 jul 85

Hora: 9.30 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación:

Temperatura: 24 °C

Humedad relativa: 68%

Producto aplicado: Oxidloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzadas por los diferentes volúmenes de pulverización. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=10)	B A N D A (n=5)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	0.24 ± 0.06 a	0.11 ± 0.01 a (a)	0.37 ± 0.11 a (b)
400	0.25 ± 0.05 a	0.15 ± 0.04 a (a)	0.34 ± 0.08 a (a)
1600	1.05 ± 0.18 b	0.82 ± 0.28 b (a)	1.29 ± 0.22 b (b)

ENSAYO 20

Objetivo: Determinar los niveles de deposición de producto en el suelo en plantaciones tratadas a diferentes volúmenes 500 y 1500 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Starking Delicious, formada en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 4 jul 86

Hora: 12 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación:

Temperatura: 30 °C

Humedad relativa: 40 %

Producto aplicado: Oxiclóruo de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm² alcanzados por los diferentes volúmenes de pulverización. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=12)	B A N D A (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA
500	0.92 ± 0.05 a	0.94 ± 0.08 a (a)	0.89 ± 0.09 a (a)
1500	1.27 ± 0.12 a	1.04 ± 0.10 a (a)	1.51 ± 0.16 b (b)

ENSAYO 21

Objetivo: Determinar los niveles de deposición de producto en el suelo en plantaciones tratadas a diferentes volúmenes 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 6 jul 87

Hora: 8.00 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación:

Temperatura: 20 °C

Humedad relativa: 62 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, μg de cobre por cm^2 alcanzados por los diferentes volúmenes de pulverización. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=12)	B A N D A (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	0.50 \pm 0.16 a	0.41 \pm 0.07 a (a)	0.60 \pm 0.10 a (b)
400	0.57 \pm 0.08 a	0.43 \pm 0.03 a (a)	0.70 \pm 0.10 a (a)
1600	1.35 \pm 0.24 b	0.88 \pm 0.12 a (a)	1.83 \pm 0.18 b (b)

ENSAYO 22

Objetivo: Determinar los niveles de deposición del producto en el suelo en plantaciones tratadas a diferentes volúmenes 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 9 sep 87

Hora: 10 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación:

Temperatura: 24 °C

Humedad relativa: 62 %

Producto aplicado: Oxidocloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, μg de cobre por cm^2 alcanzados por los diferentes volúmenes de pulverización. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=12)	B A N D A (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	0.38 \pm 0.06 a	0.28 \pm 0.04 a (a)	0.40 \pm 0.11 b (b)
400	0.42 \pm 0.06 a	0.26 \pm 0.02 a (a)	0.57 \pm 0.08 a (b)
1600	0.83 \pm 0.17 b	0.41 \pm 0.04 a (a)	1.24 \pm 0.23 b (b)

ENSAYO 23

Objetivo: Cuantificar la deposición en el suelo originada por la acción directa del pulverizador y la debida al deslizamiento de producto sobre la superficie del árbol (goteo), en plantaciones tratadas a 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Perales, var. Blanquilla, formados en palmeta regular.

Fecha del ensayo: 2 jul 87

Hora: 9.00 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 24 °C

Humedad relativa: 42 %

Producto aplicado: Oxidloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzadas por los diferentes volúmenes de pulverización. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

Deposición directa

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=6)	B A N D A (n=3)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100	0.76 ± 0.16 a	0.26 ± 0.07 a (a)	1.28 ± 0.17 a (b)
400	2.93 ± 0.80 b	0.45 ± 0.17 a (a)	5.41 ± 0.11 b (b)
1600	5.13 ± 1.72 c	2.01 ± 0.34 b (a)	8.26 ± 0.22 c (b)

Goteo

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=6)	B A N D A (n=3)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100(x16)	0.20 ± 0.03 a	0.27 ± 0.06 a (a)	0.12 ± 0.01 a (a)
400(x4)	0.49 ± 0.07 a	0.49 ± 0.12 a (a)	0.49 ± 0.22 ab(a)
1600	0.92 ± 0.12 b	1.10 ± 0.12 b (a)	0.74 ± 0.19 b (a)

ENSAYO 24

Objetivo: Determinar los niveles de pérdidas de producto distribuido por deposición en el suelo y por efecto de la evaporación y/o deriva de gotas, en plantaciones tratadas a 100, 400 y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Starking Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 8 agosto 85

Hora: 10.30 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 28 °C

Humedad relativa: 68%

Producto aplicado: Nitrato de calcio, 8.00 kg/ha (trazador).

Estimación del índice de área foliar (LAI) y del número de hojas por estratos o zonas de los árboles

<u>zona árboles</u>	<u>ecuaciones de regresión</u> x= masa foliar (g) y= superficie foliar (cm ²) (n= 50, P<0.50)		<u>LAI estimado(*)</u>	<u>núm. hojas</u>
> 3.00 m	y= 2.42 + 27.99 x	(r=0.977)	0.37	1478
2.00 - 3.00 m	y= 1.54 + 35.32 x	(r=0.975)	1.59	5778
1.00 - 2.00 m	y= 3.60 + 40.32 x	(r=0.976)	2.03	6619
0.00 - 1.00 m	y= 2.24 + 45.54 x	(r=0.959)	0.53	1700
			total: 4.55	15575

(*) Superficie foliar/superficie de cultivo

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones y pérdidas, gramos de nitrato cálcico, alcanzados por los diferentes volúmenes de pulverización, de un total de 8000 g. distribuidos. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$). Las pérdidas por evaporación y/o deriva se han estimado por diferencia entre el total aplicado y las deposiciones en los árboles y en el suelo.

Deposiciones absolutas por zonas

VOLUMEN L/ha	ZONA ARBOLES (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	> 3 m
100	580 ± 39 a(a)	1934 ± 114 a (c)	1449 ± 48 a (b)	372 ± 31 a (a)
400	740 ± 24 b(a)	2818 ± 190 b (c)	2020 ± 94 b (b)	546 ± 33 b (a)
1600	715 ± 53 ab(a)	2807 ± 52 b (c)	1961 ± 41 b (b)	476 ± 14 ab (a)

Distribución del producto aplicado

VOLUMEN L/ha	TOTAL APLICADO a	DEPOSICION EN HOJAS (n=16) b	DEP. SUPERFICIE SUELO (n=10) c	EVAPORACION Y/O DERIVA a - b - c
100	8000 [100]	4335 ± 122 a [54.2]	30 ± 7 a [0.4]	3635 [45.4]
400	8000 [100]	6124 ± 186 b [76.6]	31 ± 6 a [0.4]	1845 [23.0]
1600	8000 [100]	5959 ± 109 b [74.5]	131 ± 22 b [1.6]	1910 [23.9]

ENSAYO 25

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la psila del peral, *P. pyri*, mediante la realización de un tratamiento insecticida aplicado a diferentes volúmenes y dosis, 100(x16), 100(x12), 400(x4), 400(x3) y 1600 L/ha.

Plantación: Perales, var. Blanquilla, formados en palmeta regular

Fecha del tratamiento: 1 jul 88

Hora: 11.30 h

Condiciones meteorológicas durante el ensayo:

Temperatura: 20 °C

Humedad relativa: 61 %

Producto aplicado:

Amitraz 20%, 4.80 L/ha

Datos de partida:

Población inicial de psila del peral (*P.pyri*).

Medias y errores típicos de las densidades de población, ninfas por brote, existentes en las parcelas de ensayos. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. La separación de medias de la población inicial se ha realizado mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($p < 0.05$). Para el resto de fechas se ha analizado la covarianza de las poblaciones resultantes con respecto a la población inicial ($p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	Población inicial (n=4)	Día + 5 (n=4)	Día + 13 (n=4)	Día + 18 (n=4)
100(x16)	32.00 ± 9.38 a	5.55 ± 1.78 a	0.85 ± 0.25 a	1.85 ± 0.38 a
100(x12)	62.00 ± 38.30 a	6.90 ± 2.76 a	2.55 ± 0.59 a	1.50 ± 0.99 a
400(x4)	40.40 ± 14.24 a	3.95 ± 0.56 a	1.05 ± 0.39 a	1.20 ± 0.43 a
400(x3)	31.50 ± 13.91 a	4.05 ± 0.90 a	0.90 ± 0.20 a	1.45 ± 0.73 a
1600	45.65 ± 18.95 a	9.55 ± 3.01 a	2.20 ± 0.64 a	1.10 ± 0.35 a
Sin tratar	13.30 ± 6.19 a	16.40 ± 5.82 b	1.75 ± 0.38 a	3.40 ± 1.01 a

ENSAYO 26

Objetivo: Comparar el nivel de control ejercido sobre la araña roja, P. Ulmi, mediante la realización de un tratamiento acaricida aplicado a diferentes volúmenes y dosis, 100(x16), 100(x12), 400(x4), 400(x3) y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 8 jul 88

Hora: 9 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 20 °C

Humedad relativa: 78 %

Producto aplicado

Benzoxímat 20 %, 3.2 kg/ha y Hexitrazox, 0.8 kg/ha

Datos de partida:

Población inicial de araña roja(P.ulmi).

Medias y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes en la fecha anterior al tratamiento en las parcelas de ensayo. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, $p < 0.05$).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100(x16)	6.23 ± 0.89 ab	8.60 ± 1.28ab(a)	3.86 ± 0.48 a(a)
100(x12)	9.20 ± 1.20 b	11.05 ± 2.14 b(a)	7.35 ± 0.96 a(a)
400(x4)	3.33 ± 0.54 a	4.41 ± 0.94 a(a)	2.19 ± 0.25 a(a)
400(x3)	4.96 ± 0.49 ab	5.11 ± 0.96ab(a)	4.81 ± 0.43 a(a)
1600	6.77 ± 0.66 ab	6.46 ± 0.63ab(a)	7.09 ± 3.03 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100(x16)	3.85 ± 0.42 a(a)	7.70 ± 1.90 ab(b)	6.52 ± 2.11ab(ab)	6.85 ± 2.69 a(ab)
100(x12)	9.77 ± 4.38 b(a)	9.37 ± 2.49 b(a)	9.87 ± 2.51 b(a)	7.77 ± 1.61 a(a)
400(x4)	2.25 ± 0.48 a(a)	2.87 ± 0.83 a(a)	4.00 ± 1.27 a(a)	4.07 ± 1.93 a(a)
400(x3)	4.32 ± 1.02 ab(a)	6.00 ± 1.46 ab(a)	5.80 ± 1.02 b(a)	3.72 ± 0.40 a(a)
1600	5.20 ± 0.76 ab(a)	6.85 ± 0.82ab(ab)	9.22 ± 2.10 b(b)	5.82 ± 1.15 a(a)

Resultados: Población de araña roja (*P. ulmi*) en fechas posteriores al tratamiento.

Medias y errores típicos de las densidades de población, formas móviles por hoja, existentes por bandas y zonas de los árboles en las parcelas tratadas a diferentes volúmenes y dosis. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente. La separación de medias se ha realizado mediante análisis de covarianza de las poblaciones resultantes con respecto a la población inicial y estudios de significación entre las rectas de regresión obtenidas (Test de Tukey, $p < 0.05$).

Día ± 3

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100(x16)	7.60 ± 1.24 b	9.55 ± 1.27 a(a)	5.85 ± 2.00 a(a)
100(x12)	9.61 ± 1.38 b	10.38 ± 2.66 a(a)	8.84 ± 1.19 a(a)
400(x4)	3.01 ± 0.39 a	3.21 ± 0.55 a(a)	2.80 ± 0.62 a(a)
400(x3)	4.62 ± 0.53 b	5.66 ± 0.86 a(a)	3.58 ± 0.43 a(a)
1600	4.43 ± 0.44 a	3.80 ± 0.45 a(a)	5.06 ± 0.74 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100(x16)	6.60 ± 2.13ab(ab)	5.95 ± 2.50 b(a)	10.30 ± 3.23 c(a)	7.55 ± 3.55 a(b)
100(x12)	8.45 ± 3.08 b(b)	10.55 ± 2.90 ab(b)	9.20 ± 0.22 a(a)	10.22 ± 4.61 b(c)
400(x4)	2.15 ± 0.51 a(a)	3.25 ± 0.60 ab(a)	3.50 ± 1.41abc(a)	3.13 ± 0.87 a(a)
400(x3)	4.73 ± 0.78 ab(a)	3.25 ± 1.24 ab(a)	5.52 ± 1.49bc(a)	4.98 ± 1.16ab(a)
1600	3.17 ± 0.80 ab(a)	4.90 ± 0.64 a(a)	5.03 ± 0.53ab(a)	4.62 ± 1.59 a(a)

Día ± 7

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100(x16)	16.04 ± 2.68 c	21.61 ± 4.18 c(a)	10.46 ± 2.29 b(a)
100(x12)	17.19 ± 2.42 b	21.59 ± 4.08bc(a)	12.79 ± 1.99ab(a)
400(x4)	3.18 ± 0.46 a	3.41 ± 0.35 a(a)	2.94 ± 0.90ab(a)
400(x3)	6.79 ± 0.94 ab	7.83 ± 1.57ab(b)	5.75 ± 1.10ab(a)
1600	6.48 ± 0.94 a	7.35 ± 1.00 a(b)	5.61 ± 1.69 a(a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100(x16)	12.15 ± 3.12 b (b)	13.58 ± 4.53 a (a)	21.53 ± 7.24 b (b)	16.90 ± 8.56 c (b)
100(x12)	15.30 ± 4.43 b (a)	14.98 ± 3.47 a(ab)	21.23 ± 8.81 b (c)	17.25 ± 5.13 c(bc)
400(x4)	2.03 ± 0.20 a (a)	2.30 ± 0.49 a (a)	3.83 ± 1.14 a (a)	4.55 ± 1.31 a (a)
400(x3)	7.88 ± 2.45 a (a)	5.43 ± 1.83 a (a)	7.25 ± 2.53 a (a)	6.60 ± 2.21 a (a)
1600	4.70 ± 2.16 a (a)	3.32 ± 0.84 a (a)	7.83 ± 1.70 a (a)	10.08 ± 1.26 a (a)

Día ± 14

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	B A N D A (n=8)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100(x16)	17.74 ± 1.82 b	21.20 ± 2.95 d (a)	14.29 ± 1.63 c (a)
100(x12)	14.95 ± 2.20 b	18.51 ± 4.08 cd(b)	11.39 ± 1.20 ab(a)
400(x4)	3.28 ± 0.58 a	3.81 ± 0.94 bc(a)	2.75 ± 0.77 ab(a)
400(x3)	7.89 ± 1.10 a	9.68 ± 1.99 ab(a)	6.11 ± 0.77 bc(a)
1600	4.36 ± 0.55 a	5.50 ± 0.92 a (a)	3.22 ± 0.37 a (a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100(x16)	13.65 ± 3.61 a(a)	19.90 ± 4.31 b(a)	21.12 ± 4.07 b(a)	16.30 ± 4.41 a(a)
100(x12)	21.22 ± 8.16 b(a)	14.48 ± 2.45 ab(a)	13.17 ± 3.78 a(a)	10.92 ± 2.84 a(a)
400(x4)	2.23 ± 0.87 a(a)	1.88 ± 0.53 a(a)	3.85 ± 1.00 a(a)	5.17 ± 1.85 a(a)
400(x3)	7.25 ± 2.39 a(a)	5.95 ± 0.85 a(a)	9.35 ± 3.85 a(a)	9.02 ± 2.40 a(a)
1600	5.43 ± 1.23 a(a)	3.00 ± 0.40 a(a)	3.33 ± 0.95 a(a)	5.70 ± 1.59 a(a)

ENSAYO 27

Objetivo: Determinar los niveles de deposición sobre árboles tratados a diferentes volúmenes y dosis, 100(x16), 100(x12), 400(x4), 400(x3) y 1600 L/ha.

Plantación: Perales, var. Blanquilla, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 1 jul 88

Hora: 11.30 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación:

Temperatura: 21 °C

Humedad relativa: 61 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por los diferentes volúmenes y dosis de aplicación. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	CV	B A N D A (n=8)	
			IZQUIERDA	DERECHA
100(x16)	1.15 ± 0.13 a	43 %	1.02 ± 0.15 a (a)	1.28 ± 0.23 a (a)
100(x12)	1.18 ± 0.16 a	52 %	1.07 ± 0.16 a (a)	1.30 ± 0.30 a (a)
400(x4)	3.33 ± 0.30 c	34 %	3.56 ± 0.50 c (a)	3.09 ± 0.41 c (a)
400(x3)	1.99 ± 0.14 b	27 %	1.97 ± 0.20 b (a)	2.02 ± 0.22 b (a)
1600	3.14 ± 0.22 c	27 %	3.11 ± 0.28 c (a)	3.18 ± 0.41 c (a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100(x16)	1.77 ± 0.31 a (c)	1.31 ± 0.07 a (b)	0.93 ± 0.10 a(ab)	0.60 ± 0.07 a (a)
100(x12)	1.74 ± 0.40 a (b)	1.42 ± 0.14 a (b)	0.90 ± 0.10 a (a)	0.67 ± 0.07 a (a)
400(x4)	3.45 ± 0.25 b (c)	4.80 ± 0.49 d (d)	2.80 ± 0.66 c (b)	2.26 ± 0.20 c (a)
400(x3)	1.94 ± 0.12 a (a)	2.44 ± 0.33 b (b)	1.83 ± 0.41 b (a)	1.76 ± 0.27 b (a)
1600	3.81 ± 0.21 b (b)	4.00 ± 0.43 c (b)	2.54 ± 0.17 c (a)	2.22 ± 0.16 c (a)

ENSAYO 28

Objetivo: Determinar los niveles de deposición sobre árboles tratados a diferentes volúmenes y dosis, 100 (x16), 100(x12), 400(x4), 400(x3) y 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 8 jul 88

Hora: 9h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 20 °C

Humedad relativa: 78%

Producto aplicado: Oxiclورو de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por los diferentes volúmenes y dosis de aplicación. Figuran, entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=16)	CV	B A N D A (n=8)	
			IZQUIERDA	DERECHA
100(x16)	1.34 ± 0.09 a	26 %	1.38 ± 0.11 a (a)	1.30 ± 0.16 a (a)
100(x12)	1.04 ± 0.15 a	55 %	1.05 ± 0.25 a (a)	1.02 ± 0.23 a (a)
400(x4)	2.71 ± 0.30 b	42 %	2.77 ± 0.47 b (a)	2.65 ± 0.41 b (a)
400(x3)	1.86 ± 0.18 a	37 %	1.72 ± 0.30 a (a)	2.00 ± 0.30 a (a)
1600	2.94 ± 0.26 b	34 %	3.16 ± 0.42 b (a)	2.73 ± 0.38 b (a)

VOLUMEN L/ha	Z O N A A R B O L E S (n=4)			
	0 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	3 - 4 m
100(x16)	1.37 ± 0.12 a (a)	1.69 ± 0.33 a (a)	1.15 ± 0.41 a (a)	1.15 ± 0.27 a (a)
100(x12)	1.19 ± 0.31 a (a)	1.07 ± 0.07 b (a)	0.89 ± 0.10 a (a)	0.99 ± 0.07 a (a)
400(x4)	2.28 ± 0.25 b (a)	4.49 ± 0.49 e (b)	1.98 ± 0.66 b (a)	2.10 ± 0.20 bc(a)
400(x3)	2.24 ± 0.25 b (b)	2.47 ± 0.14 c (b)	1.45 ± 0.10 ab(a)	1.30 ± 0.07 a (a)
1600	2.89 ± 0.21 c (b)	4.09 ± 0.43 d (c)	2.90 ± 0.17 c (b)	1.90 ± 0.16 b (a)

ENSAYO 29

Objetivo: Determinar los niveles de deposición de producto en el suelo de plantaciones tratadas a diferentes volúmenes y dosis, 100(x16), 100(x12), 400(x4), 400(x3) y 1600 L/ha.

Plantación: Perales, var. Blanquilla, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 1 jul 88

Hora: 11.30 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 21 °C

Humedad: 61 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por los diferentes volúmenes y dosis de aplicación. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=12)	B A N D A (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100(x16)	1.49 ± 0.53 a	0.77 ± 0.46 a (a)	2.21 ± 0.48 b (b)
100(x12)	1.34 ± 0.39 a	0.85 ± 0.27 a (a)	1.82 ± 0.64 b (b)
400(x4)	1.29 ± 0.30 a	0.98 ± 0.51 a (a)	1.60 ± 0.44 ab(b)
400(x3)	0.76 ± 0.15 a	0.92 ± 0.30 a (a)	0.61 ± 0.13 a (a)
1600	3.01 ± 0.46 b	3.53 ± 0.90 b (a)	2.50 ± 0.30 b (a)

ENSAYO 30

Objetivo: Determinar los niveles de deposición de producto en el suelo de plantaciones tratadas a diferentes volúmenes y dosis, 100(x16), 100(x12), 400(x4), 400(x3), 1600 L/ha.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 8 jul 88

Hora: 9h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 20 °C

Humedad: 78 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por los diferentes volúmenes y dosis de aplicación. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VOLUMEN L/ha	MEDIA PARCELAS (n=22)	B A N D A (n=11)	
		IZQUIERDA	DERECHA
100(x16)	1.47 ± 0.10 c	1.35 ± 0.09 b (a)	1.59 ± 0.08 c (b)
100(x12)	1.40 ± 0.06 c	1.27 ± 0.18 b (a)	1.53 ± 0.08 c (a)
400(x4)	0.75 ± 0.06 b	0.57 ± 0.07 a (a)	0.93 ± 0.07 b (b)
400(x3)	0.38 ± 0.03 a	0.32 ± 0.04 a (a)	0.43 ± 0.09 a (a)
1600	1.22 ± 0.11 c	1.14 ± 0.18 b (a)	1.31 ± 0.15 c (a)

ENSAYO 31

Objetivo: Estudiar la influencia de la disposición de boquillas por caudales en el arco de distribución sobre la deposición de producto en la vegetación y en la superficie del suelo.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formada en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 10 sep 87

Hora: 10.00 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación:

Temperatura: 21 °C

Humedad relativa: 74 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Volumen de aplicación: 800 L/ha.

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por los diferentes procedimientos de disposición de las boquillas. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

Deposiciones en la vegetación

TRATAMIENTO (*)	MEDIA PARCELAS (n=36)	CV	B A N D A (n=18)	
			IZQUIERDA	DERECHA
1/2:1/2	5.03 ± 0.41 a	48 %	4.64 ± 0.59 a (a)	5.42 ± 0.12 a (b)
2/3:1/3	5.36 ± 0.48 a	52 %	5.07 ± 0.67 a (a)	5.64 ± 0.73 a (b)

TRATAMIENTO	Z O N A A R B O L E S (n=6)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
1/2:1/2	2.09 ± 0.93 a(a)	8.31 ± 0.48 a(d)	4.29 ± 0.31 b(b)	7.06 ± 0.22 a(c)	3.13 ± 0.54 a(a)	5.31 ± 0.74 a(b)
2/3:1/3	1.78 ± 0.19 a(a)	7.32 ± 0.44 a(c)	2.71 ± 0.22 a(a)	8.34 ± 0.38 b(c)	4.26 ± 0.74 a(b)	7.74 ± 1.04 b(c)

(*) Indices respecto al total del producto distribuido por la mitad superior del arco de distribución y del producto distribuido por la mitad inferior del arco de distribución.

Deposiciones en el suelo

TRATAMIENTO	MEDIA PARCELAS (n=12)	B A N D A (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA
1/2:1/2	0.81 ± 0.08 a	0.73 ± 0.12 a (a)	0.89 ± 0.11 a (a)
2/3:1/3	0.74 ± 0.15 a	0.51 ± 0.07 a (a)	0.96 ± 0.29 a (a)

ENSAYO 32

Objetivo: Estudiar la influencia de la disposición de boquillas por caudales en el arco de distribución sobre la deposición de producto en la vegetación y en la superficie del suelo.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formada en palmeta regular.

Fecha del tratamiento: 13 sep 88

Hora: 9.30 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 21 °C

Humedad relativa: 86 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Volumen de aplicación: 800 L/ha.

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por los diferentes procedimientos de aplicación. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

Deposiciones en la vegetación

TRATAMIENTO	MEDIA PARCELAS (n=24)	CV	BANDA (n=12)	
			IZQUIERDA	DERECHA
1/2:1/2	3.83 ± 0.39 a	48 %	3.91 ± 0.50 a (a)	3.74 ± 0.63 a (a)
2/3:1/3	3.05 ± 0.36 a	56 %	3.01 ± 0.56 a (a)	3.08 ± 0.60 a (a)

TRATAMIENTO	ZONA ARBOLES (n=4)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
1/2:1/2	3.80 ± 1.21 b(ab)	5.93 ± 1.59 a(b)	3.72 ± 0.43 a(ab)	4.84 ± 0.40 a(b)	2.23 ± 0.16 a(a)	2.48 ± 0.38 a(c)
2/3:1/3	1.23 ± 0.18 a (a)	5.35 ± 0.87 a(b)	2.27 ± 0.10 a (a)	5.02 ± 0.36 a(b)	2.03 ± 0.23 a(a)	2.38 ± 0.24 a(c)

Deposiciones en el suelo

TRATAMIENTO	MEDIA PARCELAS (n=18)	B A N D A (n=6)		
		IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
1/2:1/2	0.93 ± 0.16 a	0.58 ± 0.06 a (a)	1.49 ± 0.39 a (a)	0.74 ± 0.17 a (a)
2/3:1/3	0.68 ± 0.22 a	0.25 ± 0.02 a (a)	1.27 ± 0.67 a (b)	0.53 ± 0.08 a(ab)

ENSAYO 33

Objetivo: Evaluar la influencia de la presión de trabajo de las boquillas sobre la deposición de producto en la vegetación y en la superficie del suelo.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 13 sep 88

Hora: 9.30 h

Condiciones meteorológicas durante la aplicación:

Temperatura: 21 °C

Humedad relativa: 86 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Volumen aplicación: 800 L/ha.

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por la pulverización a diferentes presiones. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

Deposiciones en la vegetación

PRESION	MEDIA PARCELAS (n=24)	CV	B A N D A (n=12)	
			IZQUIERDA	DERECHA
5 bar	3.83 ± 0.39 a	48 %	3.91 ± 0.50 a (a)	3.74 ± 0.63 a (a)
20 bar	3.18 ± 0.34 a	51 %	3.40 ± 0.72 a (a)	2.97 ± 0.42 a (a)

PRESION	Z O N A A R B O L E S (n=4)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
5 bar	3.80 ± 1.21 a(ab)	5.93 ± 1.59 a(b)	3.72 ± 0.43 a(ab)	4.84 ± 0.40 a (b)	2.23 ± 0.16 a(a)	2.48 ± 0.38 a(a)
20 bar	2.97 ± 0.38 a(ab)	4.92 ± 1.39 a(b)	3.21 ± 0.70 a(ab)	3.59 ± 0.93 a(ab)	1.99 ± 0.70 a(a)	2.41 ± 0.78 a(a)

Deposiciones en el suelo

PRESION	MEDIA PARCELAS (n=18)	B A N D A (n=6)		
		IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
5 bar	0.93 ± 0.16 a	0.58 ± 0.06 a (a)	1.49 ± 0.39 a (b)	0.74 ± 0.17 a (a)
20 bar	1.39 ± 0.10 b	1.20 ± 0.14 b (a)	1.52 ± 0.22 a (a)	1.46 ± 0.22 b (a)

ENSAYO 34

Objetivo: Evaluar la influencia del caudal de aire impulsado por el ventilador sobre la deposición de producto en la vegetación y en la superficie del suelo.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 23 jul 86

Hora: 9.15 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 22 °C

Humedad relativa: 69 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Volumen aplicación: 1500 L/ha

Datos de partida:

Régimen de accionamiento de la máquina

Caudal del ventilador

400 r/min	28159 m ³ /h
540 r/min	32638 m ³ /h

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm². Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

Deposición en la vegetación

REGIMEN	MEDIA PARCELAS (n=36)	CV	BANDA (n=18)	
			IZQUIERDA	DERECHA
400 r/min	2.62 ± 0.23 a	51 %	2.50 ± 0.34 a (a)	2.73 ± 0.33 a (a)
540 r/min	2.37 ± 0.17 a	42 %	2.28 ± 0.24 a (a)	2.45 ± 0.25 a (a)

REGIMEN	ZONA ARBOLES (n=6)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
400 r/min	2.07 ± 0.55 a(b)	4.22 ± 0.28 a(c)	1.34 ± 0.28 a(a)	4.15 ± 0.22 b(c)	1.28 ± 0.14 a(a)	2.65 ± 0.21 a(b)
540 r/min	2.15 ± 0.24 a(b)	3.73 ± 0.26 a(c)	1.36 ± 0.17 a(a)	3.20 ± 0.14 a(c)	1.33 ± 0.26 a(a)	2.45 ± 0.21 a(b)

Deposición en la superficie del suelo

REGIMEN	MEDIA PARCELAS (n=12)	B A N D A (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA
400 r/min	1.27 ± 0.13 a	0.90 ± 0.08 b (a)	1.63 ± 0.09 a (b)
540 r/min	1.15 ± 0.29 a	0.29 ± 0.02 a (a)	2.02 ± 0.25 a (b)

ENSAYO 35

Objetivo: Evaluar la influencia del caudal de aire impulsado por el ventilador sobre la deposición de producto en la vegetación y en la superficie del suelo.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 14 jul 87

Hora: 8-9.30 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 21-22 °C

Humedad relativa: 62-80 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Volumen aplicación: 800 L/ha

Datos de partida

Régimen de accionamiento de la máquina

Caudal del ventilador

400 r/min

28159 m³/h

540 r/min

32638 m³/h

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm². Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

Deposición en la vegetación

REGIMEN	MEDIA PARCELAS (n=36)	CV	BANDA (n=18)	
			IZQUIERDA	DERECHA
400 r/min	2.33 ± 0.31 a	54 %	2.50 ± 0.46 a (a)	2.16 ± 0.44 a (a)
540 r/min	2.29 ± 0.18 a	46 %	2.19 ± 0.23 a (a)	2.39 ± 0.29 a (a)

REGIMEN	ZONA ARBOLES (n=6)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
400 r/min	1.40 ± 0.31 a(a)	5.81 ± 0.62 b(c)	1.87 ± 0.21a(ab)	2.27 ± 0.58 a(b)	1.13 ± 0.29 a(a)	1.49 ± 0.43 a(c)
540 r/min	1.63 ± 0.27 a(a)	4.24 ± 0.32 a(c)	2.08 ± 0.20a(ab)	2.53 ± 0.32 a(b)	1.37 ± 0.13 a(a)	1.92 ± 0.22 b(c)

ENSAYO 36

Objetivo: Evaluar la influencia del caudal de aire impulsado por el ventilador sobre la deposición de producto en la vegetación y en la superficie del suelo.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 6 sep 88

Hora: 9h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 20 °C

Humedad relativa: 85 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Volumen aplicación: 800 L/ha

Datos de partida

<u>Régimen de accionamiento de la máquina</u>	<u>Caudal del ventilador</u>
---	------------------------------

400 r/min	28159 m ³ /h
540 r/min	32638 m ³ /h

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm². Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

Deposición en la vegetación

REGIMEN	MEDIA PARCELAS (n=24)	CV	B A N D A (n=12)	
			IZQUIERDA	DERECHA
400 r/min	3.91 ± 0.41 b	50 %	4.01 ± 0.64 b (a)	3.81 ± 0.57 b (a)
540 r/min	2.97 ± 0.34 a	54 %	2.60 ± 0.41 a (a)	3.33 ± 0.57 a (b)

REGIMEN	Z O N A A R B O L E S (n=4)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
400 r/min	1.60 ± 0.25 a(a)	5.55 ± 0.30 b(d)	2.65 ± 0.15 a(b)	6.82 ± 0.46 b(e)	2.82 ± 0.36 a(b)	4.00 ± 0.92 a(c)
540 r/min	1.21 ± 0.11 a(a)	3.88 ± 0.51 a(b)	1.88 ± 0.20 a(a)	5.79 ± 0.55 a(c)	1.94 ± 0.28 a(a)	3.11 ± 0.26 a(b)

Deposición en la superficie del suelo

REGIMEN	MEDIA PARCELAS (n=18)	B A N D A (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA
400 r/min	0.54 ± 0.16 a	0.55 ± 0.10 a (a)	0.54 ± 0.30 a (a)
540 r/min	0.70 ± 0.18 a	0.66 ± 0.01 a (a)	0.73 ± 0.05 a (a)

ENSAYO 37

Objetivo: Evaluar la influencia del tipo de ventilador sobre la deposición de producto en la vegetación y en la superficie del suelo

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 13 sep 88

Hora: 9.30 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación:

Temperatura: 21 °C

Humedad relativa: 86%

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador)

Volumen de aplicación: 800 L/ha

Datos de partida:

Ventilador axial, caudal impulsado: 32638 m³/h, velocidad media del aire en la salida: 23.6 m/s

Ventilador centrífugo, caudal impulsado: 25424 m³/h, velocidad media del aire en la salida: 45.7 m/s

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm², alcanzados por diferentes ventiladores. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

Deposiciones en la vegetación

VENTILADOR	MEDIA PARCELAS (n=24)	B A N D A (n=12)	
		IZQUIERDA	DERECHA
axial	3.83 ± 0.39 b	3.91 ± 0.50 b (a)	3.74 ± 0.63 b (a)
centrífugo	1.46 ± 0.12 a	1.42 ± 0.20 a (a)	1.50 ± 0.15 a (a)

VENTILADOR	Z O N A A R B O L E S (n=4)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
axial	3.80 ± 1.21b(ab)	5.93 ± 1.59 b(c)	3.72 ± 0.43b(ab)	4.84 ± 0.40 b(bc)	2.22 ± 0.16 a(a)	2.48 ± 0.38 a(a)
centrífugo	1.64 ± 0.49 a(a)	2.18 ± 0.14 a(a)	1.61 ± 0.08 a(a)	1.28 ± 0.14 a (a)	0.83 ± 0.25 a(a)	1.20 ± 0.23 a(a)

Deposiciones en la superficie del suelo

VENTILADOR	MEDIA PARCELAS (n=18)	B A N D A (n=6)		
		IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
axial	0.93 ± 0.16 a	0.58 ± 0.06 a (a)	1.49 ± 0.39 b (b)	0.74 ± 0.17 a (a)
centrifugo	0.53 ± 0.08 a	0.39 ± 0.09 a (a)	0.90 ± 0.15 a (b)	0.30 ± 0.03 a (a)

ENSAYO 38

Objetivo: Evaluar la influencia de la velocidad de avance del pulverizador sobre la deposición de producto en la vegetación y en la superficie del suelo.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 14 jul 87

Hora: 8-9.30 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación

Temperatura: 21-22 °C

Humedad relativa: 62-80 %

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Datos de partida:

Caudal impulsado por el ventilador: 32638 m³/h

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm² alcanzados a diferentes velocidades de avance. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

VELOCIDAD	MEDIA PARCELAS (n=36)	CV	B A N D A (n=18)	
			IZQUIERDA	DERECHA
4.0 km/h	2.29 ± 0.18 a	46 %	2.19 ± 0.23 a (a)	2.39 ± 0.29 a (a)
7.0 km/h	2.77 ± 0.23 a	49 %	2.81 ± 0.62 b (a)	2.72 ± 0.34 a (a)

VELOCIDAD	Z O N A A R B O L E S (n=6)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
4.0 km/h	1.63 ± 0.27 a(a)	4.24 ± 0.32 a(c)	2.08 ± 0.20 a(ab)	2.53 ± 0.32 a(b)	1.37 ± 0.13 a(a)	1.92 ± 0.22 a(ab)
7.0 km/h	1.64 ± 0.36 a(a)	5.28 ± 0.18 b(c)	2.04 ± 0.20 a (a)	3.49 ± 0.28 b(b)	1.71 ± 0.12 a(a)	2.46 ± 0.22 a (a)

ENSAYO 39

Objetivo: Evaluar la influencia de la velocidad de avance del pulverizador sobre la deposición de producto en la vegetación y en la superficie del suelo.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 6 sep 88

Hora: 9 h

Condiciones metereológicas durante la aplicación

Temperatura: 20 °C

Humedad relativa: 85%

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Datos de partida:

Caudal impulsado por el ventilador: 32638 m³/h

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm² alcanzados a diferentes velocidades de avance. Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

Deposición en la vegetación

VELOCIDAD	MEDIA PARCELAS (n=24)	CY	B A N D A (n=12)	
			IZQUIERDA	DERECHA
3.5 km/h	2.97 ± 0.34 a	54 %	2.60 ± 0.41 a (a)	3.33 ± 0.57 a (b)
7.0 km/h	3.32 ± 0.38 a	54 %	3.36 ± 0.52 b (a)	3.29 ± 0.59 a (a)

VELOCIDAD	Z O N A A R B O L E S (n=4)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
3.5 km/h	1.21 ± 0.11 a(a)	3.88 ± 0.51 a(b)	1.88 ± 0.20 a(a)	5.79 ± 0.55 a(c)	1.94 ± 0.28 a (a)	3.11 ± 0.26 a(b)
7.0 km/h	1.31 ± 0.16 a(a)	5.19 ± 0.65 b(d)	2.35 ± 0.34 a(b)	5.84 ± 0.58 a(d)	2.02 ± 0.12 a(ab)	3.21 ± 0.37 a(c)

Deposición en el suelo

VELOCIDAD	MEDIA PARCELAS (n=18)	B A N D A (n=6)		
		IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
3.5 km/h	1.27 ± 0.31 a	0.66 ± 0.01 a (a)	2.42 ± 0.92 a (b)	0.73 ± 0.05 a (a)
7.0 km/h	1.02 ± 0.32 a	0.57 ± 0.10 a (a)	1.98 ± 0.92 a (a)	0.50 ± 0.14 a (a)

ENSAYO 40

Objetivo: Evaluar la influencia de las condiciones metereológicas de aplicación, temperatura y humedad relativa, sobre la deposición de producto en la vegetación y en la superficie del suelo.

Plantación: Manzanos, var. Golden Delicious, formados en palmeta regular.

Fecha de tratamiento: 23 jul 86

Producto aplicado: Oxicloruro de cobre, 50 % de riqueza, 3.20 kg/ha (trazador).

Datos de partida:

Tratamiento	Volumen	Hora	Temperatura	Humedad
a. m.	100 L/ha	7.45 h	19.0 °C	79%
p. m.	100 L/ha	13.30 h	29.5 °C	45%

Resultados: Medias y errores típicos de las deposiciones, µg de cobre por cm². Figuran entre paréntesis el número de réplicas utilizadas para calcular cada media. Valores de la misma columna seguidos por idéntica letra no difieren significativamente. Valores de la misma fila seguidos por idéntica letra entre paréntesis no difieren significativamente (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p<0.05).

Deposiciones en la vegetación

TRATAMIENTO	MEDIA PARCELAS (n=36)	CV	BANDA (n=18)	
			IZQUIERDA	DERECHA
a.m.	2.15 ± 0.21 a	57 %	1.71 ± 0.18 a (a)	2.58 ± 0.38 b (b)
p.m.	1.37 ± 0.16 a	69 %	1.21 ± 0.18 a (a)	1.54 ± 0.27 a (a)

TRATAMIENTO	ZONA ARBOLES (n=6)					
	0 - 1 m	1 - 2 m Exterior	1 - 2 m Interior	2 - 3 m Exterior	2 - 3 m Interior	3 - 4 m
a.m.	2.97 ± 0.57 b(d)	3.79 ± 0.53 b(e)	1.77 ± 0.38 a (b)	2.35 ± 0.13 a(c)	0.63 ± 0.09 a(a)	1.36 ± 0.07 a (b)
p.m.	1.64 ± 0.41 a(c)	2.37 ± 0.54 a(d)	1.16 ± 0.21 a(bc)	1.55 ± 0.40 a(c)	0.57 ± 0.14 a(a)	0.94 ± 0.23 a(ab)

Deposiciones en la superficie del suelo

TRATAMIENTO	MEDIA PARCELAS (n=12)	B A N D A (n=6)	
		IZQUIERDA	DERECHA
a.m.	1.96 ± 0.53 b	0.63 ± 0.10 a (a)	3.29 ± 0.71 b (b)
p.m.	1.33 ± 0.10 a	1.12 ± 0.11 b (a)	1.53 ± 0.13 a (b)