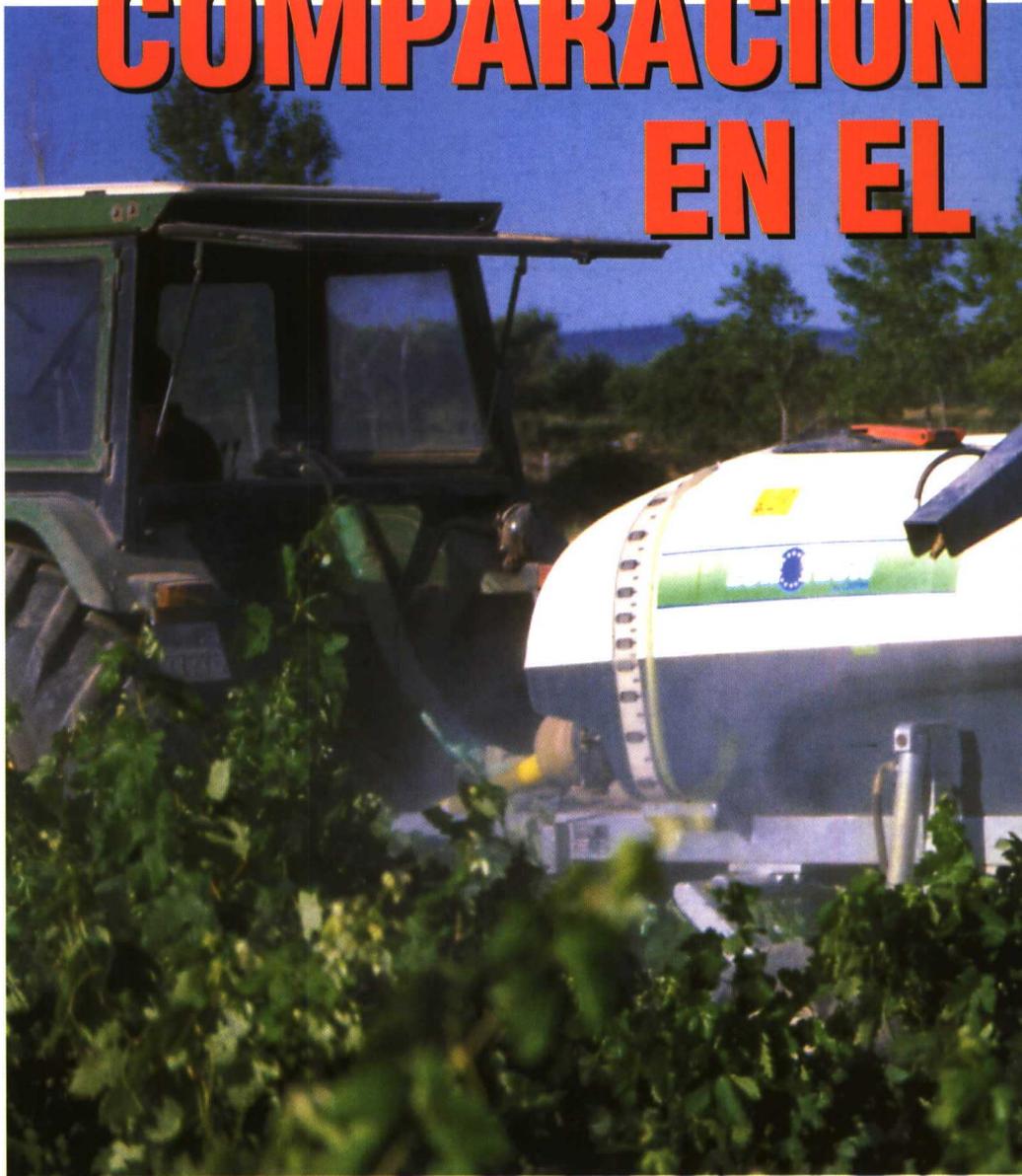


SE PUEDE DECIR QUE SE REALIZAN APLICACIONES DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS DE MANERA CORRECTA CUANDO, CON EL MÍNIMO VOLUMEN DE CALDO, SE CONSIGUE LA COBERTURA DESEADA, EN FUNCIÓN DEL TIPO DE PLAGA QUE SE DEBE DE COMBATIR. LÓGICAMENTE EL VOLUMEN DE CALDO NECESARIO DEPENDERÁ DEL DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN EN EL CULTIVO TRATADO. EL TIPO DE MAQUINARIA QUE SE UTILIZA PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SE PUEDE CONSIDERAR COMO UN FACTOR DECISIVO, Y DEBE DE ESTAR ADAPTADA AL TIPO DE CULTIVO EN EL QUE SE TRABAJA. PERO DISPONER DE UNA MÁQUINA APROPIADA NO ES CONDICIÓN SUFICIENTE PARA QUE LAS COSAS SALGAN BIEN: HAY QUE REGULARLA Y HACERLA FUNCIONAR DE ACUERDO CON NUESTROS OBJETIVOS.

APLICACIÓN DE FITO COMPARACIÓN EN EL



La tecnología más avanzada permite realizar mejores aplicaciones, minimizar las cantidades de producto fitosanitario necesarias para combatir una plaga, pero el usuario tiene la última palabra.

Los tratamientos sobre la viña no constituyen una excepción, a pesar de ser uno de los cultivos tratados sistemáticamente desde hace más tiempo. No en balde se utiliza a menudo, en lugar del término correcto de ‘pulverizador’, el de ‘máquina de sulfatar’, lo cual refleja el hecho de que la aplicación de sulfato de cobre neutralizado con cal –el popular ‘caldo bordelés’– era la base del control fitosanitario en la viña.

Por otra parte, debemos de tener en cuenta que hoy en día la viña se caracteriza por una gran variedad de formas de conducción, elegidas en cada caso en función de las tradiciones o costumbres de la zona, y, en los últimos años, por la introducción de sistemas procedentes de otros países –distintos sistemas de empalizada–, que se están generalizando rápidamente por las exigencias productivas y de mecanización de determinadas operaciones como la poda o la vendimia.

En definitiva, nos encontramos con un amplio abanico de formas y perfiles del material vegetal que condicionan, en buena parte, las caracte-

SANITARIOS EN VIÑA: DE LOS EQUIPOS CAMPO

Emilio Gil
Profesor de la E.T.S.A.
de Barcelona

grandes tipologías de equipos son utilizadas actualmente:

- Atomizadores convencionales con ventilador axial, con o sin deflectores.
- Pulverizadores hidroneumáticos con salidas individuales orientables.
- Pulverizadores neumáticos.

Se trata de equipos con tecnologías claramente diferenciadas y con distinta adaptación al cultivo de la viña.

El atomizador convencional utilizado en sus variantes de salidas libres o con deflectores podemos catalogarlo como el equipo de más amplia difusión en nuestra viticultura.

La mayor experiencia que con él poseen los agricultores, junto con la polivalencia de la máquina –adaptable en mayor o menor medida a los tratamientos en viña y en frutales–, son dos factores de peso.

Sin embargo, los resultados de las experiencias de campo llevadas a cabo demuestran que es la máquina que peor se adapta a los condicionantes específicos de la viña.

Una modificación de lo anterior, en el sentido de conseguir un mayor control de la dirección de la pulverización, apareció hace ya algún tiempo en el mercado. Esta modificación consiste, simplemente, en sustituir la



Atomizador convencional con deflectores superiores. Muy utilizado para tratamientos en viña en vaso de bajo porte, tratando varias hileras de forma simultánea.

rísticas específicas requeridas por los equipos de tratamientos.

Además, la diversidad de plagas y enfermedades que afectan al cultivo, tanto como el momento y el punto preciso de la afectación (madera, hojas, racimo) complican más aún la correcta elección de la tecnología a utilizar. Analicemos una serie de experiencias de campo para sacar conclusiones.

LAS ALTERNATIVAS DISPONIBLES

En el caso de la viticultura podemos decir que, mayoritariamente, tres

Atomizador convencional sin deflectores.





Pulverizador hidroneumático de salidas individuales orientables. Su característica principal es la facilidad de regulación y orientación.

“ Con el empleo de trazadoras es posible verificar la cobertura en la aplicación del producto fitosanitario ”

Existen además otras diferencias importantes, como la mayor capacidad de trabajo de estos equipos, al permitir la realización de tratamientos en hileras múltiples, la mayor adaptación a las técnicas de aplicación con volumen reducido, la mayor finura de la población de gotas generada y, en consecuencia, unas mayores exigencias de mantenimiento y regulación y una mayor dependencia de las condiciones ambientales.

No es objeto de este artículo el realizar una detallada descripción de las características técnicas de los diferentes sistemas, sino que, desde el punto de vista práctico, intentaremos ofrecer datos reales y cuantificables que permitan caracterizar las diferentes opciones antes mencionadas, teniendo siempre como objetivo el servir de guía práctica para que los usuarios saquen consecuencias para aplicarlas en condiciones más o menos similares.

■ LAS PRUEBAS DE CAMPO

Los datos que a continuación se presentan son el resultado de amplios trabajos de campo llevados a cabo en una viña emparrada (variedad *Cabernet Sauvignon*), con una distancia entre hileras de 3 m y una distancia sobre la hilera de 2 m (1 600 cepas/ha).

salida libre del aire desde el arco portaboquillas por unas salidas individuales orientables, de forma que, por una parte, se consigue igualar o uniformar la distancia desde las diferentes boquillas del arco al objetivo (problema fundamental ligado a la calidad de la penetración) y, por otro lado, permite un mayor control de la velocidad y dirección del flujo de aire, con la consiguiente reducción de las pérdidas.

Finalmente, y como alternativa totalmente diferente, se aprecia la cada

vez más importante presencia de equipos de pulverización neumática. De concepción totalmente distinta —el principio de formación de gotas está basado en el ‘efecto venturi’—, en ellos las boquillas convencionales de pulverización se han sustituido por difusores que, aprovechando la velocidad de una corriente de aire generada por un ventilador centrífugo (turbina), producen la rotura de la vena líquida y crean una población de gotas mucho más homogénea que las anteriores.

Los ensayos llevados a cabo se han hecho coincidir con los periodos habituales de aplicación (grano tamaño guisante, envero, final envero) correspondiente a los meses de junio, julio y agosto de diferentes campañas.

Las tres tipologías anteriormente mencionadas fueron ensayadas: un atomizador convencional sin deflectores, un atomizador con salidas individuales orientables y un pulverizador neumático. Los volúmenes de aplicación fueron respectivamente 300, 200 y 100 litros por hectárea, determinados en función de las características de los equipos. En las Tablas 1 y 2 aparece un resumen de las características de los ensayos llevados a cabo.

Pulverizador neumático. Equipo adaptado a la aplicación de volúmenes reducidos, una de sus características es poder tratar varias hileras simultáneamente.



**TABLA 1.- APLICACIONES SOBRE TODA LA VEGETACIÓN
CONDICIONES DE LOS ENSAYOS**

	Pulverizador convencional	Pulveriz. salidas individuales	Pulverizador neumático
Campaña 1995			
Dosis (L/ha)	380	200	119
Velocidad (km/h)	4.1	4.5	4.5
Caudal unitario (L/min)	1.3 - 2.6	0.45 - 0.90	0.67
Nº filar	1 - 2	1 - 2	2
Índice de área foliar- LAI	1.4	1.4	1.4
Campaña 1996			
Dosis (L/ha)	250 - 300 - 290	150 - 220 - 215	100
Velocidad (km/h)	4.5	4.5	4.5
Caudal unitario (L/min)	0.63 - 1.40	0.60 - 1.20	0.55
Nº filar	1 - 2	1 - 2	2
Índice de área foliar- LAI	1.21 - 1.34 - 1.10	1.21 - 1.34 - 1.10	1.21 - 1.34 - 1.10
Campaña 1997			
Dosis (L/ha)		215	115
Velocidad (km/h)		4.5 - 6.4	4.5 - 6.4
Caudal unitario (L/min)		0.60 - 0.86	0.63
Nº filar		1	2
Índice de área foliar- LAI		1.41 - 1.34 - 1.44	1.41 - 1.34 - 1.44

NOTA: El Índice de área foliar (LAI) indica la relación que existe entre la superficie de la vegetación y la superficie ocupada por el cultivo

**TABLA 2.- APLICACIONES LOCALIZADAS SOBRE LA ZONA DEL RACIMO
CONDICIONES DE LOS ENSAYOS**

	Pulverizador convencional	Pulveriz. salidas individuales	Pulverizador neumático
Campaña 1996			
Dosis (L/ha)	280	180 - 200	85 - 100
Velocidad (km/h)	4.5	4.5	4.5
Caudal unitario (L/min)	1.40	1.00 - 1.20	0.50 - 0.60
Nº filar	1	1	2
Índice de área foliar- LAI	1.21 - 1.34 - 1.10	1.21 - 1.34 - 1.10	1.21 - 1.34 - 1.10
Campaña 1997			
Dosis (L/ha)		185	87
Velocidad (km/h)		4.5	4.5
Caudal unitario (L/min)		1.00	0.96
Nº filar		1	2
Índice de área foliar- LAI		1.41 - 1.34 - 1.44	1.41 - 1.34 - 1.44

Utilizando colectores artificiales (papel de filtro y papel hidrosensible) dispuestos estratégicamente en todo el volumen de vegetación y en el suelo, y añadiendo al depósito una cantidad conocida de una sustancia trazadora, es posible establecer los resultados que a continuación se comentan. Cabe destacar que, con objeto de poder comparar directamente las diferentes máquinas entre sí, la cantidad de trazador se ha mantenido constante en todas las pruebas.

El análisis de resultados expuesto a continuación nos permite establecer cómo las características constructivas de los equipos influyen en la calidad de las aplicaciones, así como determinar las condiciones óptimas de utilización de cada uno de ellos y las limitaciones que plantean.

Aspectos como el tipo de conducción de la viña (vaso o emparado), las características del cultivo (altura, anchura de la vegetación...), el marco de plantación, el tipo de tratamiento (general, localizado) y los parámetros de la aplicación (volumen, velocidad, caudal de aire...) deben ser tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones.

El establecimiento de mapas de isodeposición para la evaluación de la distribución de caldo permite 'ver' sobre el papel, por una parte, la magnitud de la cantidad depositada en cada zona y, por otra, evaluar la uniformidad de distribución, factores ambos determinantes de la calidad de la aplicación.



Espolvoreadora azufradora para grandes rendimientos

de aplicación por hectárea no se corresponden con mayores cantidades de producto depositado, antes al contrario.

En términos de uniformidad de la deposición, en el gráfico correspondiente al atomizador convencional se aprecia una mayor concentración de producto en la zona inferior de la cepa derecha, y una menor cantidad de producto en la parte alta de la cepa izquierda, consecuencia del efecto del giro del ventilador.

La distribución obtenida en el equipo de salidas individuales orientables muestra cierta acumulación en las caras exteriores de ambas cepas, aunque las diferencias entre el exterior y el interior (capacidad de penetración) no resultan estadísticamente diferentes.

En este sentido, y con objeto de facilitar la lectura de los mismos, los resultados de cantidad total de producto depositado en cada colector ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) se han transformado en porcentaje de líquido recuperado sobre el total aplicado, teniendo en cuenta el volumen de caldo aplicado y el Índice de Área Foliar (LAI)

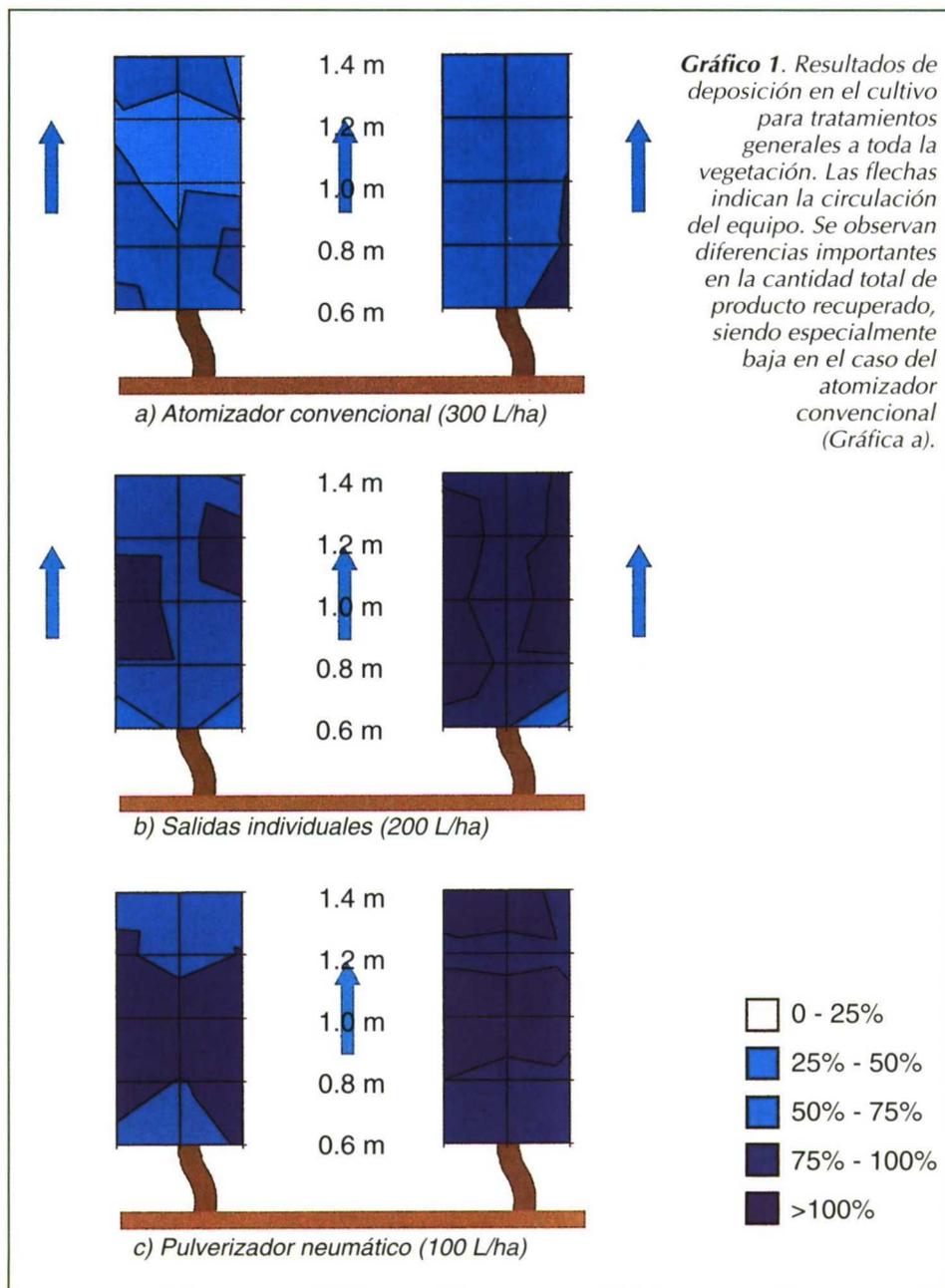
Esta transformación permite, no sólo evaluar de una forma más clara los resultados obtenidos, sino también el comparar directamente resultados de diferentes máquinas entre sí, independientemente del volumen de caldo aplicado por hectárea.

LOS RESULTADOS

Deposición en el cultivo

En el Gráfico 1 pueden observarse los resultados de deposición en el cultivo, expresados como porcentaje recuperado sobre volumen total aplicado, para las tres máquinas ensayadas. Hay que destacar, en primer lugar, la diferencia de deposición obtenida entre ellas, con valores tan diferentes como un 62% de media para el atomizador convencional, un 94% para el equipo con salidas individuales orientables y un 93% en el caso del pulverizador neumático.

Del análisis de los datos anteriores se deduce que mayores volúmenes



Finalmente, los resultados de distribución obtenidos con el equipo neumático presentan cierta tendencia a acumular producto en la parte media de la vegetación. Este fenómeno puede deberse al reducido número de difusores (únicamente dos por lado) lo que podría ocasionar esta acumulación en la zona de confluencia de los abanicos.

Pérdidas de producto en el suelo

Por lo que hace referencia a las pérdidas en el suelo (Gráfico 2), los resultados muestran claramente cómo, en general, el equipo convencional genera pérdidas más importantes, especialmente en el centro de la calle, bajo la máquina, pudiendo notarse asimismo el efecto de giro del ventila-

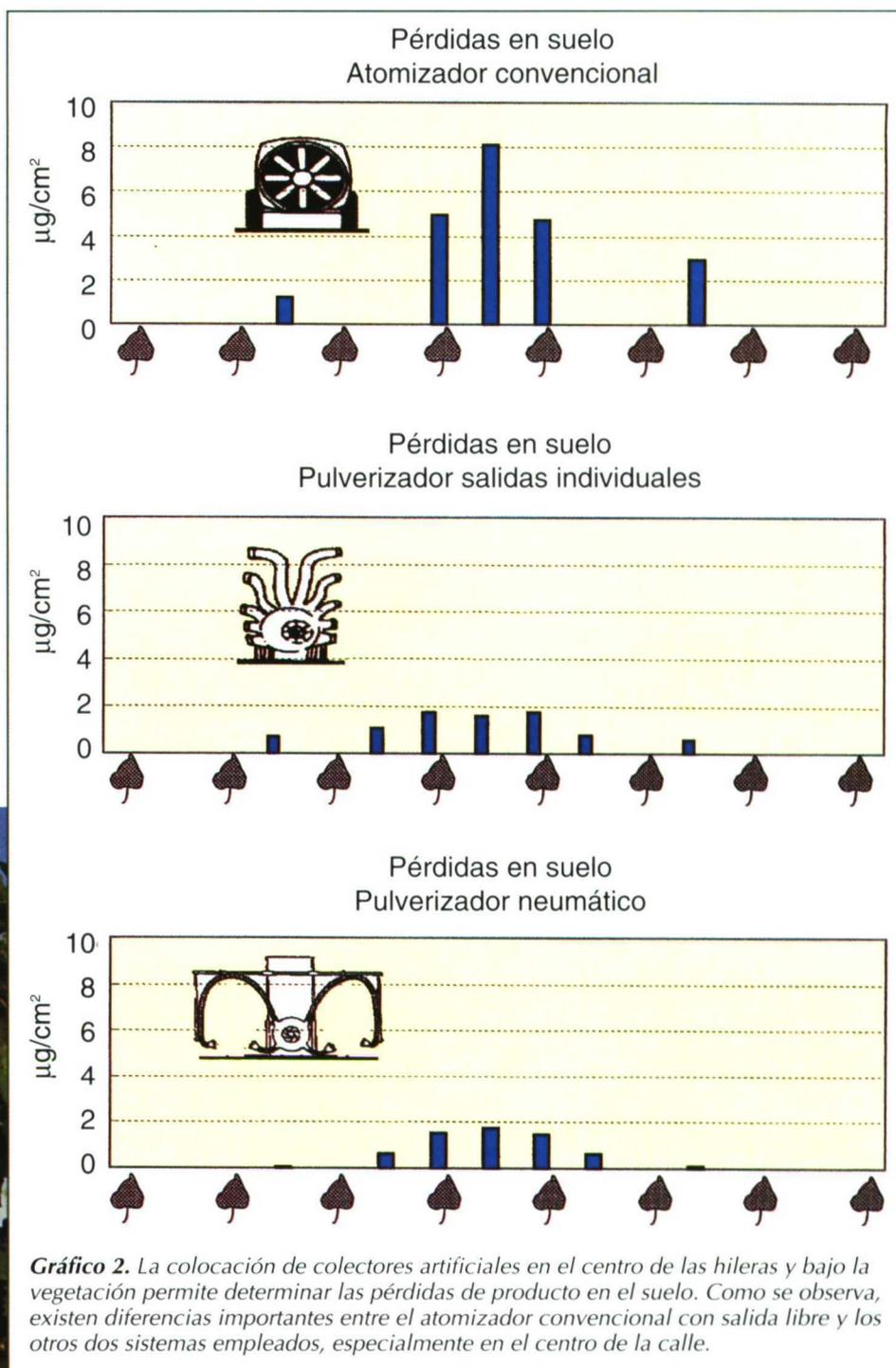


Gráfico 2. La colocación de colectores artificiales en el centro de las hileras y bajo la vegetación permite determinar las pérdidas de producto en el suelo. Como se observa, existen diferencias importantes entre el atomizador convencional con salida libre y los otros dos sistemas empleados, especialmente en el centro de la calle.



Detalle de la colocación de los colectores artificiales en el interior de la vegetación.

dor cuya consecuencia es un incremento de las pérdidas en la parte derecha de la máquina (el ventilador gira en sentido horario).

Con el equipo de salidas individuales orientables las pérdidas son, en general, menores que en el caso anterior, y especialmente en el centro de la calle, no observándose en este caso diferencias entre lado izquierdo y derecho de la máquina.

Finalmente, para el equipo neumático se observa que las pérdidas en suelo presentan valores inferiores a los obtenidos con los otros equipos, con una distribución simétrica a ambos lados de la máquina.

Adaptación al perfil del cultivo

Para analizar la adaptación de la distribución vertical de líquido al perfil del cultivo, se ha determinado la distribución vertical de la vegetación mediante el cálculo del índice de área foliar (LAI - relación entre la superficie de la vegetación y la ocupada por el cultivo) para cada una de las alturas de muestreo. De esta manera se obtiene la distribución de la vegetación por alturas y se establece el perfil del cultivo, comparándose éste con el perfil de distribución de líquido resultante

“ Los pulverizadores hidroneumáticos con salidas individuales orientables y los pulverizadores neumáticos permiten la adecuada localización del producto junto al racimo ”

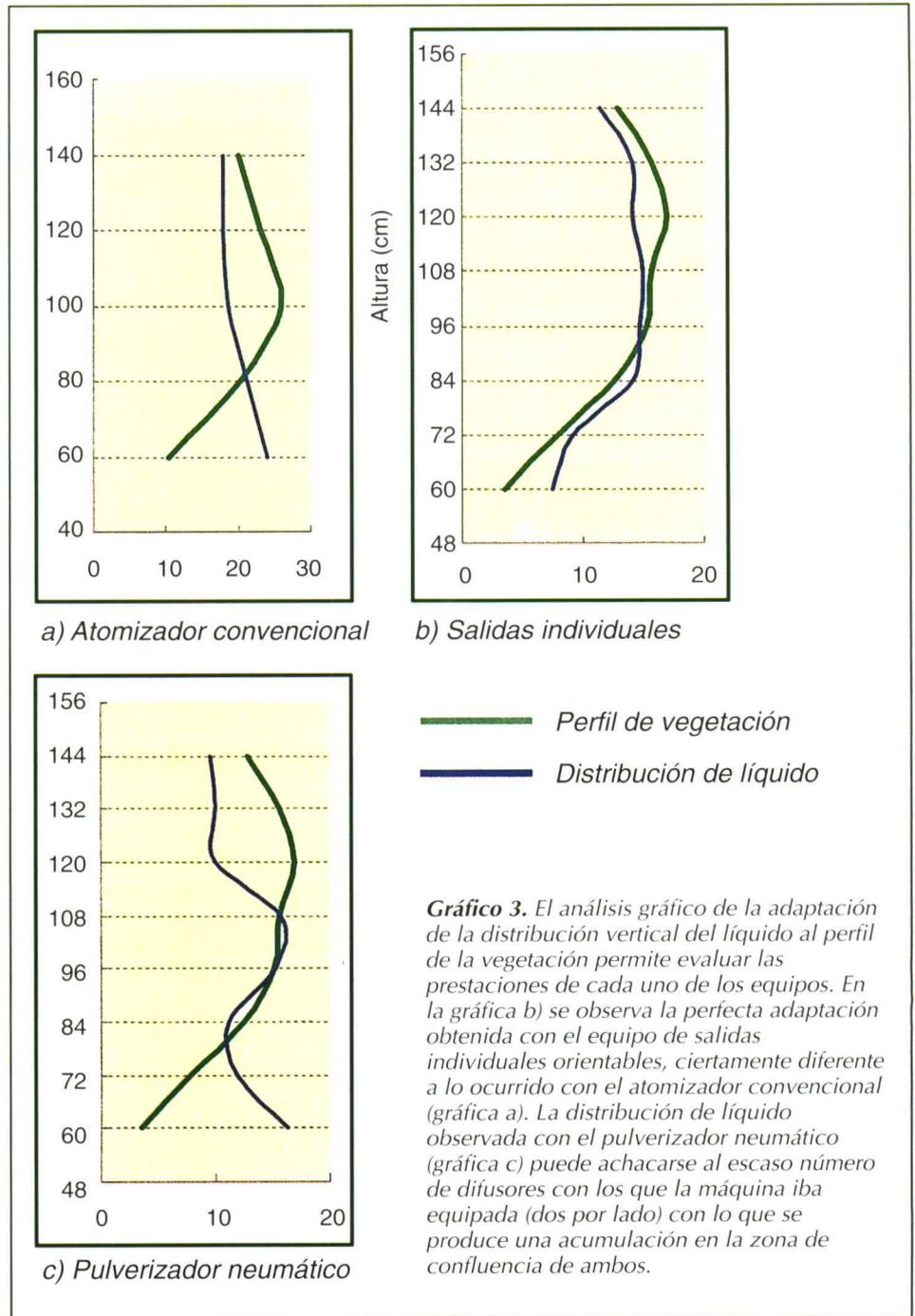
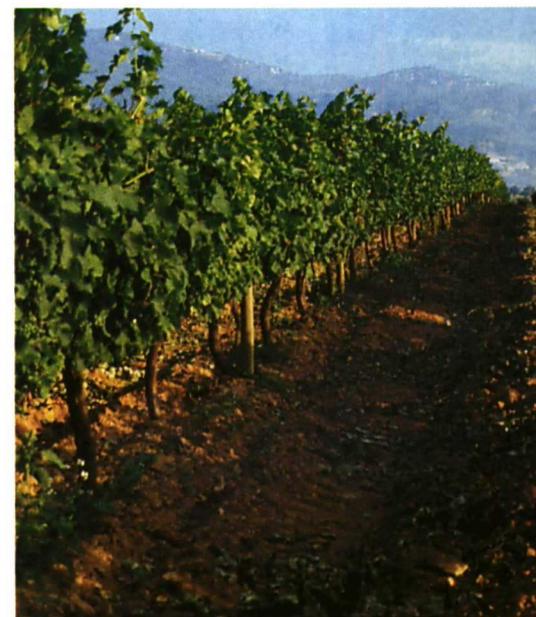


Gráfico 3. El análisis gráfico de la adaptación de la distribución vertical del líquido al perfil de la vegetación permite evaluar las prestaciones de cada uno de los equipos. En la gráfica b) se observa la perfecta adaptación obtenida con el equipo de salidas individuales orientables, ciertamente diferente a lo ocurrido con el atomizador convencional (gráfica a). La distribución de líquido observada con el pulverizador neumático (gráfica c) puede achacarse al escaso número de difusores con los que la máquina iba equipada (dos por lado) con lo que se produce una acumulación en la zona de confluencia de ambos.

de la aplicación (Gráfico 3). La mayor proximidad entre líneas indica que la aplicación se adapta mejor al cultivo, pudiéndose reflejar matemáticamente esta proximidad utilizando lo que se conoce como coeficiente de correlación (la coincidencia de ambas líneas daría un coeficiente de correla-

TABLA 3.- COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE PERFIL DE CULTIVO Y DISTRIBUCIÓN DE LÍQUIDO

	1996		1997	
	1 fila	2 filas	4.5 km/h	6.4 km/h
ATOMIZADOR CONVENCIONAL	- 0.85	- 0.68		
Salidas individuales	0.95	0.82	0.94	0.88
Pulverizador neumático		0.62	- 0.36	0.18



ción igual a 1.00; los valores próximos a 1.00 indicarían mayor correlación).

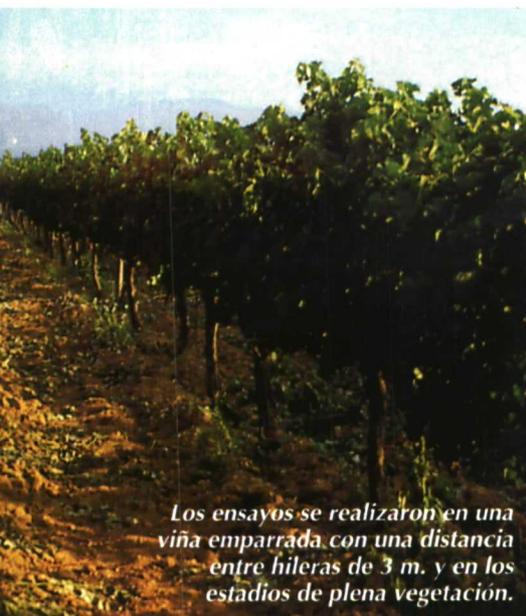
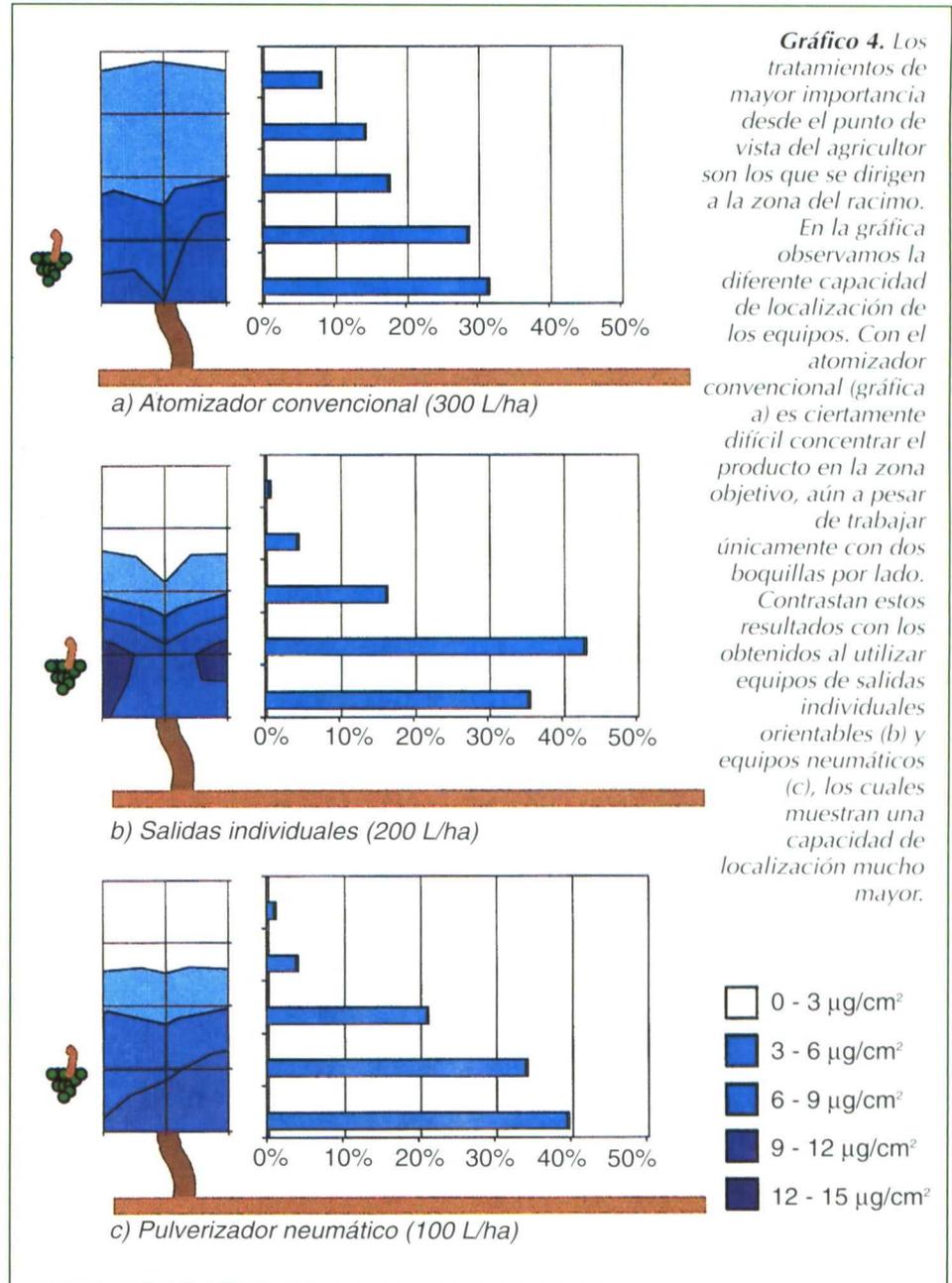
Los coeficientes de correlación de ambas curvas (Tabla 3) muestran claramente cómo el equipo que mejor se adapta a los condicionantes, debido entre otras causas a la facilidad de regulación y orientación de las salidas, es el que tiene salidas individuales. La peor adaptación se ha obtenido en el caso del atomizador convencional, debido a la mayor dificultad de orientación del flujo de aire.

Finalmente, los resultados de distribución obtenidos con el equipo neumático presentan cierta tendencia a acumular producto en la parte media de la vegetación, como consecuencia del reducido número de difusores anteriormente mencionado.

Adaptación a los tratamientos localizados

Finalmente, se presentan los resultados de la adaptación de los diferentes equipos a la realización de tratamientos localizados a la zona del racimo (Gráfico 4). Al tratarse de una de las aplicaciones más importantes, es conveniente disponer de equipos que se adapten bien a esta situación.

Como se puede apreciar, el atomizador convencional se presenta como el equipo con menor adaptabilidad. A pesar de trabajar únicamente con dos boquillas situadas en la parte inferior del arco porta-boqui-



Los ensayos se realizaron en una viña emparrada con una distancia entre hileras de 3 m. y en los estadios de plena vegetación.

llas, la salida libre del aire a lo largo de todo el perímetro hace que, en mayor o menor medida, se produzca deposición de producto en toda la masa vegetal.

El Índice de Localización de producto (IL), definido como la relación entre la cantidad de producto depositada en la zona de racimos, en este caso situada entre los 0.6 m y los 0.8 m de altura, y la cantidad total depositada, toma en este caso un valor de 0.6, es decir, que únicamente el 60% del producto ha sido depositado en la zona objetivo.

Por el contrario, tanto el pulverizador hidroneumático con salidas individuales orientables como el pulverizador neumático permiten, dadas sus características constructivas, una

elevada localización de producto, con valores del IL del 76% y el 75%, respectivamente.

Es interesante destacar, asimismo, cómo con una correcta utilización de estos equipos podemos ‘mojar’ únicamente la zona que nos interesa –se aprecian zonas sin deposición de producto en la parte alta de la vegetación–, lo que posibilita la reducción de los volúmenes de aplicación.

En consecuencia, queda claro que desde el punto de vista de la eficiencia, para realizar tratamientos en la viña hay dos alternativas lógicas: utilizar pulverizadores hidroneumáticos (atomizadores) con salidas individuales orientables, o bien pulverizadores neumáticos adaptados al desarrollo de la vegetación. ♠