

## Hardi Iris-2, calidad visible



Los pasados días 4 y 5 de junio tuvimos la oportunidad de probar en Lleida el modelo de pulverizador Mercury 3500 de Hardi, equipado con el nuevo sistema Iris-2. El objetivo de la prueba fue caracterizar no solo la máquina y sus especificaciones técnicas, sino la calidad de su trabajo, verificando asimismo el consumo de combustible.

C. Valero<sup>1</sup>, B. Diezma<sup>1</sup>, A. Moya<sup>1</sup>,  
C. Correa<sup>1</sup>, M. Garrido<sup>1</sup>, C. Gracia<sup>2</sup>,  
E. Fernández<sup>2</sup>, P. Barreiro<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Madrid. Grupo de Investigación LPF\_TAGRALIA. <sup>2</sup>Universidad Politécnica de Valencia.

La finca de ensayo se localiza en las coordenadas Lat 41° 40' 53,52"N y Long 0° 20' 6,02"E (ETRS89), en la localidad de Rimat, situada justo detrás de las instalaciones principales de su titular, la bodega homónima, que la cedió amablemente para la realización de este trabajo de campo. La fin-

ca en la que se realizó la prueba se encuentra dividida en varias subparcelas, si bien se eligió una con topografía suave (que no plana), líneas de viñedo de corta dimensión (unos 50 m) y protegida alrededor por arbolado silvestre para atenuar el aire que se levantaba a rachas, amenazando con arruinar el ensayo.

El objetivo de la prueba fue caracterizar no solo la máquina y sus especificaciones técnicas, sino la calidad de su trabajo en cuanto a la homogeneidad del tratamiento (cobertura, tamaño de gotas, número de gotas por cm<sup>2</sup>), y la capacidad de trabajo de un conjunto tractor-máquina para unas condi-



Foto 1. Foto del grupo que ha participado en este ensayo.

ciones dadas, verificando asimismo el consumo. Los ensayos realizados fueron:

1. Verificación del manómetro, caracterización de la velocidad de aire y del caudal de líquido generados por la máquina, en cada una de sus toberas de salida y boquillas. Los caudales de agua emitidos por cada boquilla fueron recogidos con probetas graduadas en un tiempo cronometrado, siguiendo el procedimiento habitual de calibración. Las velocidades de aire fueron caracterizadas mediante un equipo medidor de presión diferencial por tubo de Pitot (Wöhler modelo DC 100S) en cada una de las ventanas de las secciones de salida, como veremos más adelante.

2. Caracterización de la uniformidad de cobertura en planta, mediante la colocación de papeles hidrosensibles, para dos regímenes de giro del ventilador y dos reglajes de las toberas de salida. Se dispusieron papeles hidrosensibles a varias alturas sobre jalones graduados siguiendo el protocolo estándar, y también se dispusieron cinco papeles por cepa (tres en superficie y dos en el interior del follaje en al menos diez cepas por pasada) en el centro de las calles tratadas. Adicionalmente se midió la deriva y deposición en el suelo colocando papeles hidrosensibles en pértigas a: 2 m; 2,5 m y 3 m en las calles inmediatamente contiguas, y en piedras sobre el suelo. Todos los papeles se digitalizaron y procesaron con rutinas propias elaboradas con el programa Matlab para obtener el tamaño de gota y los cálculos derivados, como se muestra posteriormente.

3. Estudio del consumo de combustible del conjunto tractor-pulverizador, para tres velocidades de avance y dos marchas del ventilador, realizando siempre similar recorrido, registrado por GPS.

4. Pulverización con agua mezclada con un producto fluorescente bajo luz UV. Se tomaron fotos nocturnas iluminando el viñedo con un foco ultravioleta, para comprobar la homogeneidad de la deposición.

## CUADRO I. Características de la turbina centrífuga HF-600.

| Velocidad (multiplicador incorporado) | Relación de transmisión | Régimen tdf | Régimen turbina | Diámetro de la turbina | Demanda potencia | Caudal      |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------|-----------------|------------------------|------------------|-------------|
| 1ª (corta)                            | 1-3.5                   | 540         | 1.890           | 600 mm                 | 15 kW            | 19.000 m³/h |
| 2ª (larga)                            | 1-4.4                   | 540         | 2.376           | 600 mm                 | 22kW             | 27.000 m³/h |

### Características técnicas

En este ensayo, el equipo técnico de Hardi, dirigido por Christian Prösch, puso a nuestra disposición el sistema Iris-2 montado en un pulverizador hidroneumático Hardi Mercury 3500 (**foto 1**) y equipado con la turbina centrífuga de aluminio HF-600 (gran caudal, 600 mm de diámetro). Las características del mismo están expuestas en el **cuadro I**.

El sistema de aplicación Iris-2 (**foto 2**) fue presentado en Fima hace dos años y recibió el premio a la innovación en la Fira Sant Josep de Mollerussa. En lugar de disponer de varias manetas o toberas junto a

las boquillas, dispone de cuatro bajantes en polietileno para atacar dos líneas de cultivo por ambas caras. Para cada una de las bajantes o columnas existen cinco salidas o toberas situadas a lo largo de éstas en altura (en otros modelos sólo cuatro). Cada una de éstas salidas está asociada a un par de boquillas y dispone de tres deflectores que permiten la orientación del flujo de aire a través de ella. Por lo tanto, el modelo ensayado dispone de cinco salidas y diez boquillas por columna. En este caso nos encontramos instaladas boquillas cerámicas cónicas Albus ATR80, con grifo para bloqueo individual y sistema antigoteo.

La barra electrohidráulica dispone de la



Foto 2. Vista trasera del sistema de pulverización Iris-2.

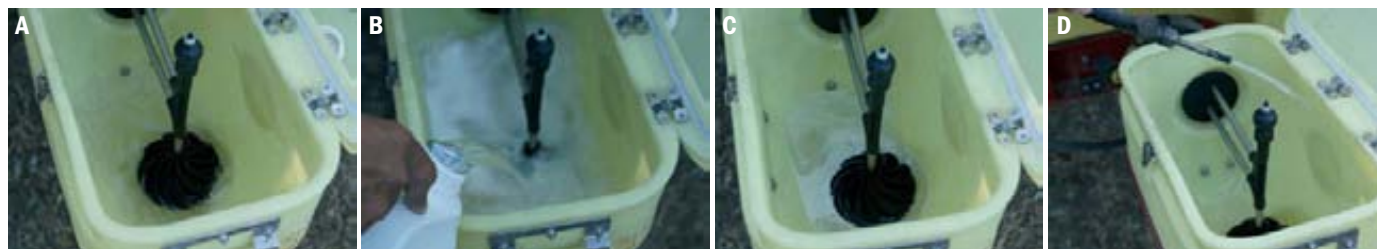


Foto 3. TurboFiller es un depósito auxiliar para la premezcla del producto. A). Entrada de agua desde el depósito y generación de turbulencia. B). Adición del producto y mezclado. C). Aspiración de la mezcla hacia la cuba. D). Limpieza del depósito de premezcla mediante la pistola con agua del depósito auxiliar.



## CUADRO II. Determinación experimental del régimen de la turbina y de la tdf mediante tacómetro digital.

| Multiplicador del atomizador | Régimen turbina seleccionado (rpm) | Régimen medido tdf (rpm) | Régimen al desconectar tdf (rpm) |
|------------------------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Larga                        | 2.376                              | 520                      | 1.880                            |
| Corta                        | 1.850                              | 520                      | 1.860                            |

suspensión P51 y las máquinas se suelen equipar con neumáticos de flotación para mejorar la suspensión, en este caso Euro-Grip tubeless TVS 14 ply rating 400-15,5 (400/60 - 15,5) IM72 Traction. En los bajantes puede ajustarse el ángulo horizontal hacia delante desde 0 a 30 grados para tratar de optimizar la penetración del caldo en la vegetación.

La máquina viene equipada con un depósito auxiliar para la premezcla de producto, el Turbofiller (foto 3), que admite producto sólido y líquido, y genera una turbulencia que permite mejorar la homogeneidad de la

mezcla mediante agitación hidráulica.

Un aspecto importante de la máquina ensayada es que está equipada con el distribuidor eléctrico CB/2 para alta presión (foto 4). Se trata de un mando con control remoto eléctrico que consta de tres motores eléctricos, dos para controlar el paso de líquido a los sectores y el tercero para subir y bajar la presión. Dispone de dos válvulas volumétricas para compensar la presión. El control puede establecerse desde su caja, situada dentro de la cabina del tractor o desde un ordenador Hardi Controller (en nuestra máquina el HC3100, foto 5). Su

ventaja principal es que es capaz de mantener constante la presión seleccionada para el trabajo en cada sector independientemente, como se discutirá más adelante. Para propulsar dicha máquina la delegación local de Fendt puso a nuestra disposición un tractor modelo Fendt 210 P Vario TMS con las siguientes características: neumáticos traseros Michelin Omnibib 420/70 R28 133D; neumáticos delanteros 340/65 R18 XM108 113 A8 110/B, y potencia a la tdf: 100 CV.

Para comprobar el correcto dimensionado del tractor se realizó la siguiente prueba, asesorados en todo momento por el técnico de Fendt: con el tractor en funcionamiento al régimen prefijado y la tdf accionando el pulverizador, se desactiva la tdf y se observa la subida de vueltas del motor al liberarle de la carga. Cuanto mayor sea esta subida más al límite se encuentra el tractor para poder accionar el apero. Si la subida de vueltas llega a las 250 rpm es que el tractor está demasiado exigido por el apero.

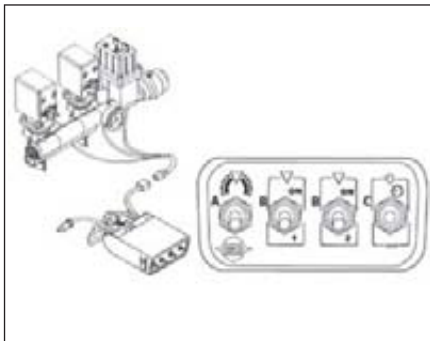


Foto 4. Distribuidor eléctrico CB/2 de alta presión, para mantener constante la presión en cada sector independientemente.

Foto 5. Consola de control HC3100.



Foto 6. Establecimiento de la presión adecuada en el circuito. Izda (A). Verificación del manómetro del pulverizador por comparación con manómetro digital calibrado. (B). Ajuste de la presión del circuito. En caso de cerrar algunas boquillas los reguladores de la sección de paso (grifos naranjas en la parte inferior de la imagen) permiten ajustar el caudal a las necesidades reales, impidiendo que haya variaciones no controladas en la presión.



Foto 7. Verificación del caudal suministrado por las boquillas.

## Verificación de la regulación de la máquina

Antes de proceder con el trabajo de la máquina en campo se realizaron comprobaciones relativas al funcionamiento del manómetro, al caudal de caldo aportado por las boquillas, así como la velocidad de aire impulsado a través del nuevo sistema de toberas Iris-2.

En la **foto 6** se muestra el perfecto funcionamiento del manómetro evaluado con un procedimiento estático aportado por la Universidad de Valencia. Este dispositivo dispone de un sistema de tornillo que al girar desplaza una mínima cantidad de líquido provocando por igual un incremento de la presión estática en el cabezal del manómetro. En la imagen se aprecia que el manómetro digital de referencia está perfectamente en consonancia con el manómetro analógico del equipo Hardi Iris-2.

Una vez verificado el manómetro, se procedió a evaluar la homogeneidad del caudal de las boquillas (**foto 7**). Se empleó para ello una presión de 5,2 bar. La **figura 1** refleja la gran homogeneidad entre boquillas con un coeficiente de variación del 3,1%, dato que permite valorar las excelentes condiciones del equipo, que se encuentra en sus primeras horas de uso. El valor medio de caudal 0,414 l/min + 0,013 l/min, es superior al estipulado por el ábaco, de ahí la importancia de establecer una verificación empírica antes de proceder al trabajo en campo.

Realizado un análisis de varianza relativo al caudal de líquido pulverizado considerando las cuatro columnas de pulverización, dos por



En mis cultivos, rentabilizo al máximo cada trabajo.

¡KUHN,  
es mi fuerza!



[www.kuhn.es](http://www.kuhn.es)

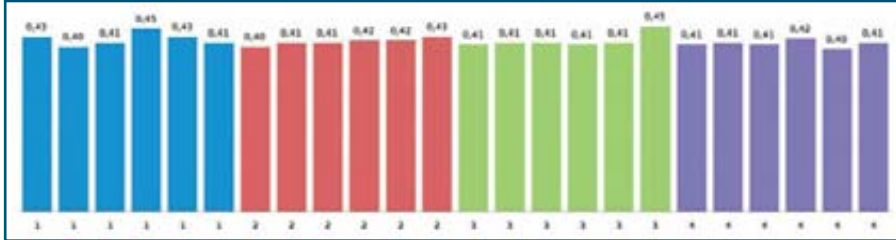
cultivos | ganadería | paisajes

be strong, be **KUHN**



**Figura 1**

Caudal de las boquillas determinado experimentalmente para cada columna de pulverización (de 1 a 4). Se ensayaron 24 de las 32 boquillas en funcionamiento.



**CUADRO III. Análisis de Varianza relativo a la velocidad del aire en las toberas de salida considerando el efecto del régimen del ventilador, la columna de tratamiento, y la altura de la salida respecto al suelo.**

| Factor       | SSQ             | DF         | MSE     | F     | p      |
|--------------|-----------------|------------|---------|-------|--------|
| Columna      | 591,32          | 3          | 197,106 | 3,65  | 0,0148 |
| Salida       | 2744,55         | 4          | 686,137 | 12,72 | 0      |
| Régimen      | 957,11          | 1          | 957,11  | 17,74 | 0,0001 |
| Error        | 5989,04         | 111        | 53,955  |       |        |
| <b>Total</b> | <b>10282,01</b> | <b>119</b> |         |       |        |

cada una de las líneas de cultivo tratadas, se verifica, como era esperable, que no existen diferencias significativas entre ellas.

Una vez verificado el caudal de líquido se

procedió a evaluar la velocidad del aire en las diversas salidas (**foto 8**). El equipo Iris-2 dispone de cinco salidas de aire (**foto 8**) diferentes por columna de pulverización con tres de-



**Foto 9 (izda.).** Ajuste de las lengüetas deflectoras en cada salida de aire. **Foto 10 (arriba).** Verificación del régimen de giro de la turbina con tacómetro digital. **Foto 11 (abajo, dcha.).** Medición de la velocidad de aire en cada sección de salida mediante anemómetro y medidor de presión diferencial.



**Foto 8.** Detalle de las boquillas en una de las cinco salidas de aire dispuestas en cada bajante, con las respectivas lengüetas orientables.

flectores ajustables individualmente para cada salida (**foto 9**). En este caso se procedió a analizar tanto el efecto del régimen del ventilador (1.825 rpm y 2.320 rpm, **foto 10**), como el de la columna (1 a 4, de izquierda a derecha visto desde la parte trasera de la máquina, **foto 11**), o el de la posición de la salida (1 a 5 de arriba a abajo en la columna).

El **cuadro III** refleja que el mayor efecto experimental sobre la velocidad del aire es debido, como es esperable, al régimen del ventilador ( $F=17,74$ ,  $p<1\%$ ) de manera que las velocidades medias del aire y su error típico en las toberas de salida se sitúa en  $23 + 0,9$  m/s (82,9 km/h) y  $28,7 + 1,3$  m/s (103,2 km/h), para 1.825 y 2.320 rpm, respectivamente. Por otra parte, el efecto debido a la altura de la salida es asimismo significativo ( $F=12,72$ ,  $p<1\%$ ). Este hecho queda de manifiesto en la **figura 2**, en la que se aprecia claramente que, si bien para el régimen más bajo apenas hay diferencias en la velocidad entre salidas de aire, para un régimen de 2.320 rpm, las velocidades de aire más elevadas se registran en las zonas centrales de las columnas de pulverización. Este efecto deliberado se consigue mediante una correcta alineación de los deflectores y garantiza que el caudal de aire se concentre en las zonas de mayor densidad foliar. Las diferencias entre columnas de salida (1 a 4, de izquierda a derecha) resultan en

comparación mucho menos claras que para los factores anteriores ( $F=3,65$ ,  $p<5\%$ ), aunque en el régimen del ventilador más alto observamos sistemáticamente una velocidad del aire ligeramente superior en las comunas 2 y 3 (ambas internas a las líneas de pulverización) respecto a las columnas 1 y 4 (exteriores a las líneas de cultivo).

El caudal de aire, directamente proporcional a la velocidad de aire a la salida de las toberas, es el mecanismo de transporte de las gotas y de remoción de la cubierta foliar de manera que la distribución del caldo sea lo más uniforme posible. Por tanto es fundamental mantener estos resultados en mente cuando comparemos la calidad del tratamiento a partir de los datos de deposición de gotas en papel hidrosensible.

## Calidad del tratamiento

La calidad del tratamiento se ha evaluado de dos maneras distintas: en primer lugar empleando papel hidrosensible repartido regularmente a lo largo de las líneas de cultivo, así como a distintas alturas en el área foliar, y en segundo lugar empleando un fluido fluorescente con iluminación ultravioleta.

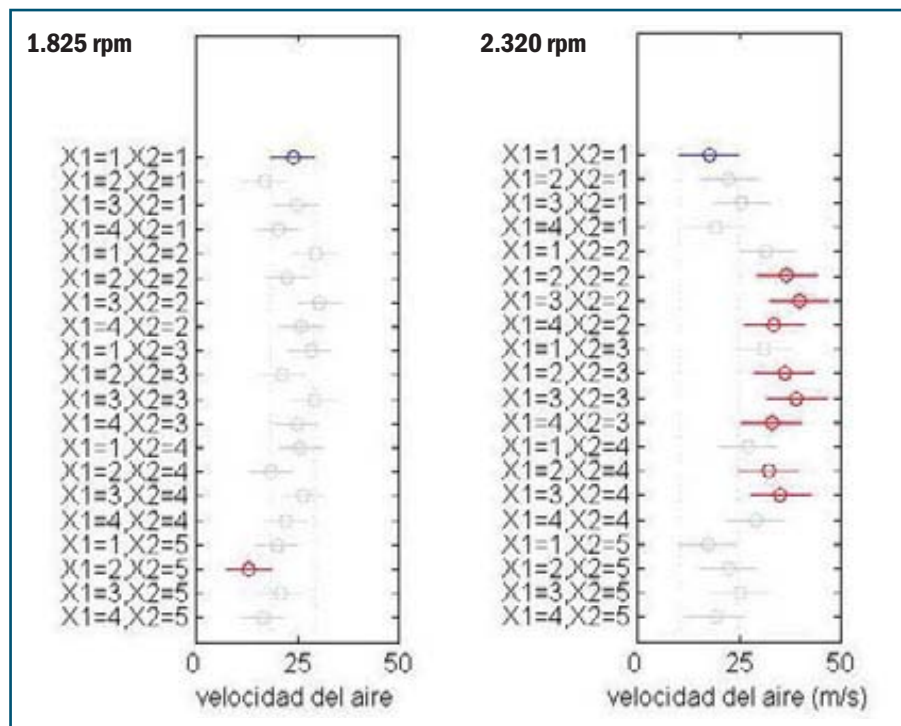
El primer tipo de evaluación, realizada como se ha indicado sobre papel hidrosensible (foto 12), se llevó a cabo para tres procedimientos de regulación distintos de la máquina: 1.825 rpm de régimen del ventilador, 2.320 rpm de régimen del ventilador sin optimización del ajuste de los deflectores, y 2.320 rpm con ajuste de los deflectores y del ángulo de ataque de las columnas de pulverización. En todos los casos se reguló la máquina para aplicar una dosis de caldo teórica de 320 l/ha trabajando a una velocidad de 4,5 km/h.

La figura 3 presenta algunos ejemplos característicos de deposición en papel hidrosensible indicando el porcentaje de superficie del papel cubierta: 29%, 42%, 66% y 80%. Destaca en todos los casos la gran uniformidad de la deposición. El diámetro de gotas (caracterizado como diámetro de la mediana numérica o NMD) es el parámetro más difícil de acotar de forma automatizada pues depende de la calidad de la digitalización; los valores absolutos han de ser tomados con cautela aunque los valores medios pueden ser perfectamente comparados entre sí y empleados en cálculos posteriores como el número de impactos por centímetro cuadrado.

La figura 4 incorpora ejemplos de deposi-

## Figura 2

Análisis de la varianza de la velocidad del aire para las cinco salidas ( $X_2=1$  a  $X_2=5$ ) de cada columna de pulverización ( $X_1=1$  a  $X_1=4$ ).



ción en deriva, así como en las zonas de cultivo inferiores al área de desarrollo foliar. Los valores de cobertura del papel registrados en deriva son del 0,5%, valores muy ajustados atendiendo a los diversos estudios realizados

por la Universidad de Cornell con distintos equipos hidroneumáticos (Landers 2004). En las zonas inferiores al área de producción foliar, la cobertura del papel se situó en torno al 4,7%.

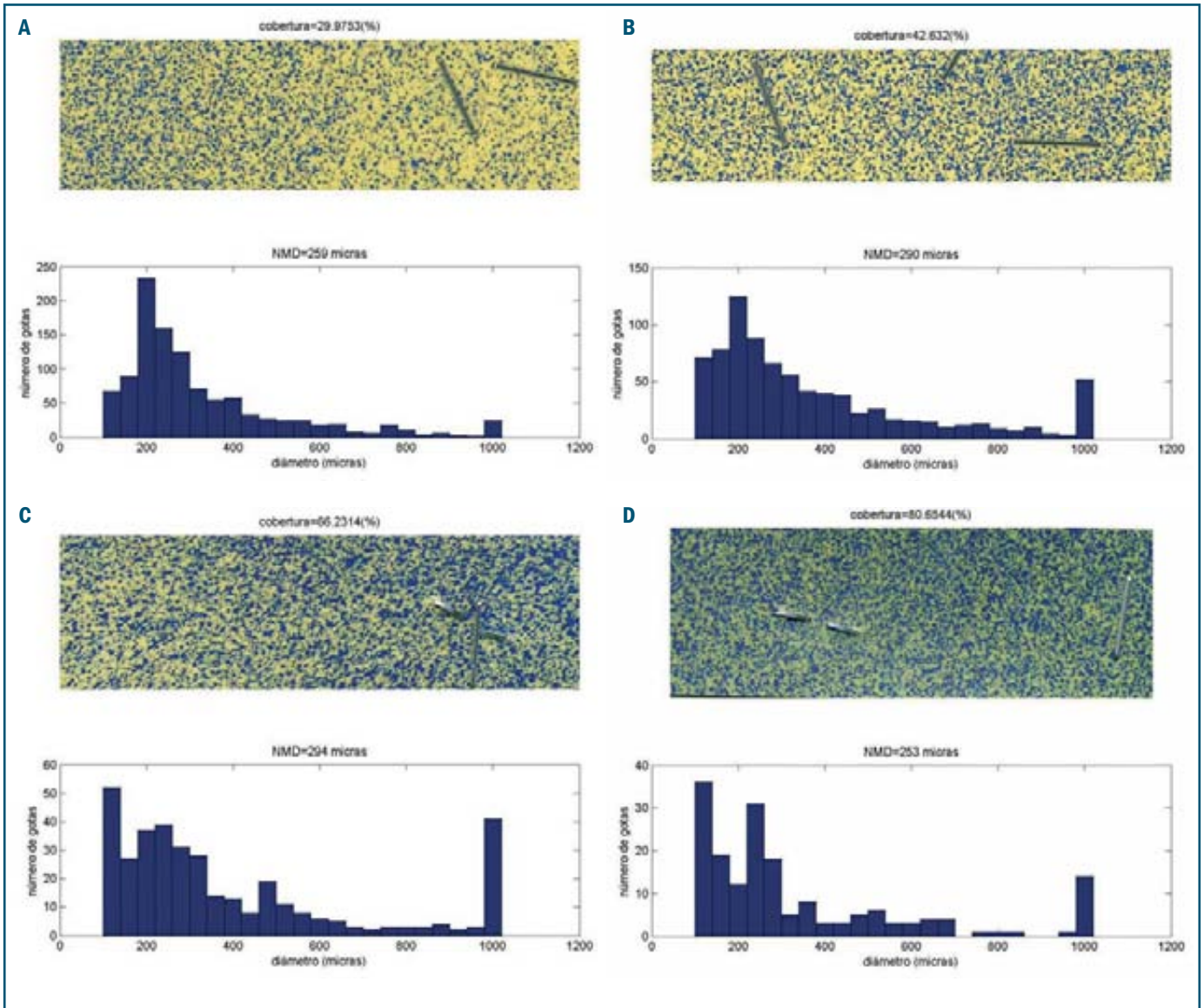


Foto 12. Determinación del volumen y área foliar del cultivo.



**Figura 3**

Ejemplos característicos de deposición de gotas en papel hidrosensible. La determinación del diámetro se ve afectada por la resolución de digitalización (40 micras) por lo que el valor absoluto del diámetro ha de ser tomado con cautela; NMD=diámetro mediana numérica.



La **figura 5** nos permite comparar los valores medios, mínimos y máximos de cobertura para los tres casos ensayados: 1.825 rpm, 2.320 rpm sin ajuste de deflectores, y 2.320 rpm con ajuste de deflectores. La cobertura media es elevada en todos los casos, si nos atenemos a las diversas recomendaciones que encontramos en la bibliografía (Porras, 2006), aunque el peor de los casos registrados se corresponde a 2.320 rpm sin ajuste de deflectores con un 42% de cobertura, respecto a 58,2 y 59,7% relativos a 1.825 rpm y

2.320 rpm con ajuste de deflectores, lo que confirma que soplar más no es suficiente. Más significativo que el valor medio, es el valor mínimo que determina la vulnerabilidad del tratamiento. En este caso, 2.320 rpm sin ajuste de deflectores muestra casi 10 puntos menos que los otros dos tratamientos: 20,3% respecto a 28,5 y 31,4%. Es importante indicar que con un 80% de cobertura nos encontramos en las condiciones óptimas, puesto que se puede considerar que constituye una película de tratamiento continua.

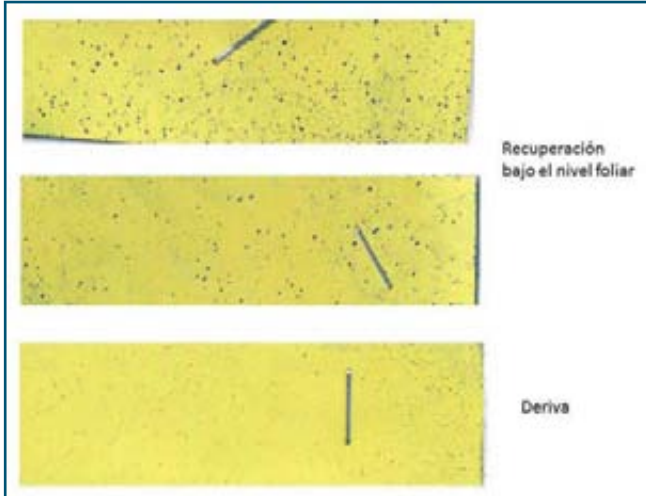
Otra forma de evaluar la calidad del tratamiento, es el cómputo del número de impactos por centímetro cuadrado, derivado del porcentaje de cobertura y del diámetro de gotas (**figura 6**). Una vez más, tanto en el ensayo a 1.825 rpm como a 2.320 rpm con deflectores ajustados nos encontramos con unos valores medios superiores a 250 impactos/cm<sup>2</sup> comparados con los 185 registrados a 2.320 rpm sin control de los deflectores. Destaca que para los deflectores ajustados y régimen máximo del ventilador, el número mínimo de im-

# seleccione la máquina que necesite, elija **COMECA**



**Figura 4**

**Ejemplo de deposición de gotas en deriva y en las zonas de cultivo inferiores al área de desarrollo foliar.**



pactos es siempre el más elevado de los tres: 165 impactos/cm<sup>2</sup> comparado con 115 y 98, para 1.825 rpm y 2.320 sin ajuste.

Además del tradicional sistema de evaluación de la cobertura, tamaño de gotas y densidad superficial (gotas/cm<sup>2</sup>), se llevó a cabo un ensayo de pulverización a última hora de la tarde añadiendo al agua y mojante contenidos en la cuba un pigmento fluorescente amarillo (foto 13). De esta forma, tras el tratamiento de pulverización y la correspondiente evaporación de las pequeñas gotas adheridas a la planta, el pigmento fluorescente permanece en el espacio antes ocupado por cada una de ellas. Esto hace posible la observación de la

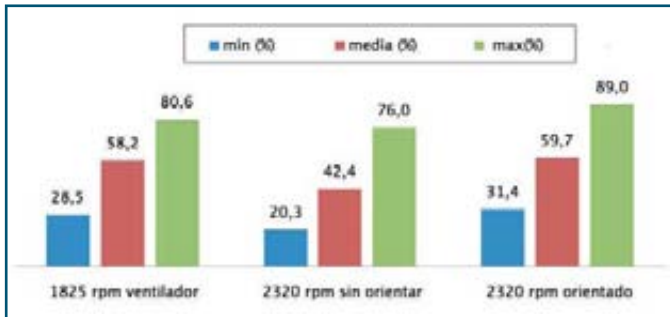


**Foto 13.** Determinación de la calidad de la pulverización mediante la colocación de papel hidrosensible sobre las hojas exteriores e interiores.



**Figura 5**

**Cobertura del papel hidrosensible (mínimo, medio y máximo en las distintas condiciones ensayadas, 320 l/ha y 4,5 km/h de velocidad teórica de avance).**



**Figura 6**

**Densidad superficial de impactos en el papel hidrosensible (mínimo, medio y máximo para las condiciones ensayadas). Gotas x cm<sup>2</sup>.**



**CUADRO IV. Condiciones de ensayo para la verificación de la capacidad de trabajo y el consumo horario de combustible.**

| Prueba | D(l/ha) | Régimen ventilador (r/min) | Régimen toma de fuerza (r/min) | Velocidad real de avance (km/h) | St (ha/h) | Consumos medios (l/h) |
|--------|---------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1      | 320     | 1.825                      | 540                            | 3,98                            | 2,39      | 6,60                  |
| 2      | 256     | 1.825                      | 540                            | 5,97                            | 3,58      | 6,40                  |
| 3      | 320     | 2.320                      | 540                            | 3,97                            | 2,38      | 7,80                  |
| 4      | 256     | 2.320                      | 540                            | 6,11                            | 3,67      | 8,00                  |
| 5      | 229     | 2.320                      | 540E                           | 5,10                            | 3,06      | 7,20                  |

Los valores corresponden a un tractor que puede prestar 100 CV a la toma de fuerza.

superficie pulverizada bajo iluminación con luz negra (luz ultravioleta) en una sala completamente oscura, o in situ, una vez caída la noche. En la **foto 14** se puede ver el viñedo iluminado con luz UV en el cual se aprecian zonas amarillas brillantes, resultado de la pulverización. En el recuadro se aprecia una hoja donde puede verse la gran cantidad de impactos de gotas sobre ella.

Esta observación de los depósitos de pigmento sobre las hojas nos permitió percibir la bondad del tratamiento de forma cualitativa, apreciando por comparación con la figura mostrada en la etiqueta del producto que nos encontrábamos sobradamente por encima de los 200 impactos por cm<sup>2</sup>. Sin embargo, la cuantificación de resultados por análisis de las imágenes nocturnas correspondientes no es posible debido, por una parte, a los reflejos producidos por la luz UV, y por otra a que en las zonas en las que el pigmento es visible y se aprecian los impactos causados por múltiples gotas, existe un difuminado de la imagen que impide su individualización para el análisis de imagen mediante rutinas específicas. Nos atenemos por tanto a los resultados referidos con el papel hidrosensible, eso sí

confirmados visualmente sobre la superficie foliar; quizás es importante indicar que el tamaño de gota aparente sobre las hojas es menor que sobre el papel hidrosensible.

## Capacidad de trabajo y consumos

Se analizó la incidencia de los factores de velocidad de avance y régimen del ventilador en el consumo de combustible, y se estableció la capacidad de trabajo de la máquina en las condiciones de ensayo considerando las velocidades de avance reales (determinaciones manuales y con GPS) y los tiempos de viraje. La capacidad de trabajo efectiva se calcula excluyendo el tiempo de rellenado de la cuba, dado que la autonomía para la capacidad del depósito (3.500 l) es muy elevada, en torno a las 6 horas para los diferentes supuestos (**cuadro IV**), y este tiempo accesorio puede ser muy variable según las características de las explotaciones.

En los **cuadros IV y V** se resumen los resultados obtenidos en cuatro pruebas, las dos primeras con régimen del ventilador a 1.825 rpm a 4 y 6 km/h respectivamente, y las dos

últimas a 2.320 rpm repitiendo las mismas velocidades de avance teóricas. El régimen de la toma de fuerza se fijó a 540 rpm. En una última pasada se fijó la tdf a 540E, manteniendo el régimen del ventilador en la marcha larga (2.320 rpm) y la velocidad de avance en 5 km/h. Los tiempos de virajes medidos estuvieron comprendidos entre 24,97 s y 14,06 s; en los cálculos de determinación de los tiempos accesorios de viraje (min/ha) se ha considerado el valor medio de duración de un viraje de 15,05 s. Considerando la distancia entre líneas de 3 m, la capacidad de trabajo teórica oscila entre 2,39 ha/h y 3,67 ha/h. Como es de esperar, el máximo consumo horario (l/h) se produjo en la pasada rápida con régimen de ventilador de 2.320 rpm, aunque el consumo de combustible (l/ha) de menor cuantía corresponde al tratamiento a 6 km/h y 1.825 rpm del ventilador.

En el **cuadro V** se presentan las capacidades de trabajo efectivas, los consumos por hectárea y la autonomía de la máquina, para dos escenarios de longitud de la espaldera: 50 y 100 m, el primero representa nuestra situación de ensayo en campo, mientras que el segundo es más representativo de la realidad de las parcelas en la bodega Raimat.

## En la vida útil del equipo

En este ensayo hemos constatado las elevadas prestaciones de una máquina con apenas unas horas de uso, evaluada dentro del marco legal actual que trata de asegurar las buenas condiciones de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios a lo largo de su vida útil, a través del Real Decreto de 17 de febrero de 2011 sobre inspecciones periódicas

# Profesionales de la transmisión de potencia



BONDIOLI Y PAVESI - IBERICA S.A.

Autopista de Barcelona - PG. Malpica, CL. F. nº1 - Apartado 5062 - 50057 ZARAGOZA - Tel.: 976 588 150 - Telefax: 976 574 927  
E-mail [bondiolipavesi@bypy-iberica.com](mailto:bondiolipavesi@bypy-iberica.com) - [www.bondioli-pavesi.com](http://www.bondioli-pavesi.com)

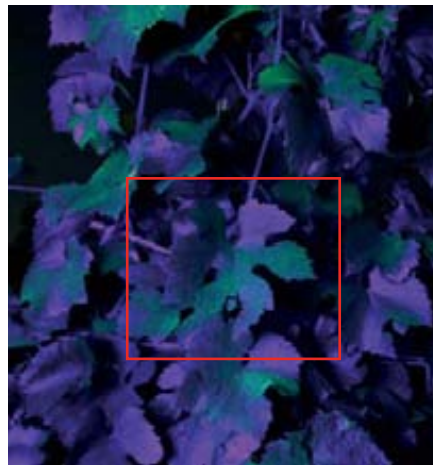


cas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios que afecta singularmente a los pulverizadores hidráulicos, pulverizadores hidroneumáticos, pulverizadores neumáticos, pulverizadores centrífugos y espolvoreadores, y que traspone la Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Todo ello en aras de garantizar la exactitud en la distribución y dosificación del producto, así como la ausencia de fugas en el llenado, vaciado y durante el tratamiento, de manera que se eviten riesgos sobre la salud humana y el medio ambiente.

El Decreto transfiere a cada comunidad autónoma la planificación y control, en su territorio, de un Programa de inspecciones mediante el establecimiento y funcionamiento de Estaciones de Inspección Técnica de Equipos de Aplicación de Fitosanitarios (ITEAFs) como centros, públicos o privados, para ejecutar el plan previsto de inspecciones técnicas, de manera que será cada vez más habitual este tipo de análisis detallado de equipos. En este ensayo hemos contado con especialistas de inspección de equipos de la Universidad de Valencia para cotejar los procedimientos de trabajo del LPF\_TAGRALIA, como ejemplo de compromiso con las buenas prácticas agrícolas (GAP), que es el factor determinante, no sólo para el cumplimiento de la Directiva, sino de lo que es más importante, el logro de una auténtica agricultura sostenible.

## Conclusiones

Hardi nos ha demostrado la elevada calidad de los equipos en el momento de su venta, con variabilidades de caudal en las boquillas en torno al 3%. Podemos verificar que en este caso se han instalado boquillas cerámicas en la entrega, aspecto que no se produce en otros países en los que existe mayor cultura



**Foto 14.** Resultado de la pulverización sobre el cultivo visible a la luz ultravioleta gracias a un aditivo fluorescente. En el recuadro: detalle de la pulverización sobre una de las hojas.

ra del mantenimiento de los equipos, como Alemania o Francia.

Los deflectores de aire, así como la orientación del ángulo de ataque en las columnas de pulverización permite acumular el flujo de aire en la dirección de máxima densidad foliar (con velocidades del aire superiores a 100 km/h), todo ello de forma reproducible y con efectos significativos en la zona de máxima demanda de caudal de aire; facilitando la penetración del aerosol en el follaje.

Desde el punto de vista de la calidad de la aplicación, queremos reforzar la idea de que más aire no es necesariamente mejor. La selección del caudal de aire debe ser el resultado reflexivo de acotar el nivel de desarrollo foliar (**foto 13**), y precisa un muy correcto ajuste de los deflectores y del ángulo de ataque de la columna de pulverización respecto al avance. Dado que vamos a acudir a una mayor demanda de potencia (y por tanto consumo) para elevados regímenes del ventilador, haga-

mos que ésta redunde en una mejor distribución. En este sentido, cuando la dirección del flujo de aire a alto régimen no está optimizada, el mayor inconveniente es el registro del mínimo valor de cobertura (20,3%) que puede incluso ser 10 puntos inferior a los valores con flujo optimizado (31,4%), pero también 8 puntos inferior al registrado con un caudal de aire a bajo régimen (28,5%).

El empleo de fluidos fluorescentes a propuesta de los técnicos de Hardi nos ha permitido refrendar la uniformidad del tratamiento a gran escala, aspecto siempre discutido cuando se emplean pequeñas tiras de papel hidrosensible como marcadores. La densidad superficial media de impactos (gotas/cm<sup>2</sup>) registrado en papel hidrosensible es muy elevado, superior a 200 impactos/cm<sup>2</sup> cuando el reglaje está optimizado, con una cota superior de 600 impactos/cm<sup>2</sup> (valores corroborados visualmente en el tratamiento nocturno), aspecto fundamental en tratamientos fungicidas. En este ensayo la cobertura media con buen reglaje supera el 58%, y se constatan no pocos casos de cobertura superior al 80% de la superficie foliar, valor considerado en los servicios de extensión como garantía de protección total del cultivo.

El binomio tractor-pulverizador es fundamental para contener el gasto. En este sentido pocos tractores fruteros aportan a día de hoy un control electrónico de la inyección y de la caja de cambios. Es importante destacar el efecto que tienen los tiempos accesorios sobre la capacidad de trabajo efectiva y en los consumos de combustible. De ahí la importancia de una reflexiva selección del tipo de viraje y la dirección de trabajo.

La idea que subyace en este ensayo de campo es el esmerado diseño del equipo Iris-2, y la preocupación de los técnicos de Hardi a la hora de demostrar el alcance de la calidad del tratamiento, que se ha hecho visible en la oscuridad para poder apreciarla, y se ha cuantificado a la luz del día. Esta es una labor de dedicación continua, y en ella la concienciación del usuario es fundamental. ●

## Referencias

- Landers, A. 2004. Prevention Is Better Than Cure - Reducing Drift from Vineyard Sprayers. [http://pep.wsu.edu/Drift04/pdf/proceedings/pg116-124\\_Landers.pdf](http://pep.wsu.edu/Drift04/pdf/proceedings/pg116-124_Landers.pdf)
- Porras Soriano A. 2006. Mejora de la tecnología de la pulverización de productos fitosanitarios sobre plantación de vid en espaldera. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/438>

### CUADRO V. Capacidades de trabajo efectivas, consumos por hectárea y autonomía de la máquina, para dos escenarios de longitud de la espaldera.

| 50 m               |            |                 |               | 100 m              |            |                 |               |
|--------------------|------------|-----------------|---------------|--------------------|------------|-----------------|---------------|
| t virajes (min/ha) | Se* (ha/h) | Consumos (l/ha) | Autonomía (h) | t virajes (min/ha) | Se* (ha/h) | Consumos (l/ha) | Autonomía (h) |
| 8,36               | 1,79       | 3,68            | 6,10          | 4,18               | 2,05       | 3,22            | 5,34          |
| 8,36               | 2,39       | 2,68            | 5,72          | 4,18               | 2,87       | 2,23            | 4,77          |
| 8,36               | 1,79       | 4,36            | 6,12          | 4,18               | 2,04       | 3,82            | 5,35          |
| 8,36               | 2,43       | 3,30            | 5,63          | 4,18               | 2,92       | 2,74            | 4,68          |
| 8,36               | 2,15       | 3,36            | 7,13          | 4,18               | 2,52       | 2,85            | 6,06          |