



Figura 1. Modelo de pulverizador de mochila empleado frecuentemente por las EOR para los ensayos de evaluación de eficacia en cultivos 3D (S Planas, julio de 2019).

## Evaluación, dosis y aplicación de productos fitosanitarios en cultivos 3D

En este artículo se plantean dos objeciones, relacionadas con la técnica de aplicación, relativas a la evaluación y uso de productos fitosanitarios en cultivos 3D. También se intenta dar respuesta adecuada a las mismas en base a la aproximación de los escenarios evaluativo y productivo.

**Santiago Planas de Martí**

Dr. Ing. Agr. Gr. Inv.  
AgróTICa y Agricultura de Precisión –  
Universidad de Lleida – Agrotecnio.  
santiago.planas@udl.cat

## Dosis mínima efectiva

Como introducción, puede ser interesante releer el Reglamento 1107/2009/CE, definición 18, sobre buenas prácticas fitosanitarias: "... los productos deberán ser aplicados a la dosis mínima necesaria para asegurar un nivel de eficacia aceptable". También lo expresado en la norma EPPO PP1/225: "... para reducir la exposición ambiental y personal al producto, debe asegurarse que únicamente se aplica la dosis mínima que alcanza el efecto deseado sobre la plaga objetivo".

Podemos convenir pues que, en condiciones ideales, la dosis a aplicar coincide con la dosis mínima efectiva, depositando sobre el objetivo tratado el ingrediente activo (i.a.) en cantidad suficiente para ejercer el control eficaz de la plaga.

Convendremos también que a escenarios distintos les corresponden dosis distintas (kg o L/ha). El equipo de aplicación es un componente fundamental de dicho escenario, ya que de él depende la cantidad de producto depositada sobre los órganos vegetales y, consecuentemente, la eficacia del tratamiento.

Un tratamiento eficiente supone un incremento substancial de las deposiciones o, dicho de otra manera, posibilita reducir la dosis total a aplicar (kg o L/ha) con respecto a un tratamiento de baja eficiencia, aproximándolo a la dosis mínima efectiva.

En cultivos arbóreos, la medida de deposiciones se realiza mediante el análisis de residuos en hoja del i.a. o de un trazador (ISO 22522:2007). Las deposiciones se expresan en cantidades de i.a. (mg/cm<sup>2</sup>) o de caldo (μL/cm<sup>2</sup>) recuperadas por unidad de superficie foliar. Estos trabajos son hoy en día muy habituales en la evaluación de equipos de tratamientos, siendo perfectamente asumibles el tiempo requerido para la toma de muestras y los costes de la analítica.

## Evaluación de eficacia y dosis

Introducido el tema, veamos la primera de las objeciones. Según se establece en la norma EPPO PP 1/181(4), apéndice 1.2.2, en el informe de los ensayos de evaluación

# / Los informes de ensayo no suelen incorporar la totalidad de datos relevantes sobre la metodología de ensayo, lo que dificulta la comparación objetiva en las series de ensayos y su traslado al escenario productivo /

de eficacia deberán reportarse los siguientes datos:

- Método de aplicación y equipo utilizado.
- Boquilla, presión, calidad de la pulverización.
- Velocidad de desplazamiento.
- Estadio vegetativo del cultivo.

Actualmente, en España se encuentran autorizadas 79 Entidades Oficialmente Reconocidas (EOR) para la realización de ensayos<sup>1</sup>. Las EOR disponen para ello de equipos no sometidos a aprobación previa ni a la inspección oficial periódica. Salvo excepción, se trata de pulverizadores portátiles de lanza o pistola, ocasionalmente asistidos por aire, de índole muy distinta a los del escenario productivo (Figura 1).

Trabajos recientemente publicados (Román y col., 2019), a los que han seguido nuevas pruebas basadas en la norma ISO 22522:2007, constatan diferencias en favor de los equipos empleados en las explotaciones agrícolas. Estas circunstancias pueden llevarnos a cuestionar las dosis recomendadas en la ficha técnica del registro oficial y en las etiquetas de los envases.

Por otra parte, los informes de ensayo no suelen incorporar la totalidad de datos relevantes sobre la metodología de ensayo, lo que dificulta la comparación objetiva en las series de ensayos y su traslado al escenario productivo. La información relevante a la que nos referimos afecta a los siguientes apartados:

- Cultivo: formación, dimensiones de la copa, superficie foliar estimada (LAI).
- Equipo: tipo, marca, modelo, boquillas operativas, deflectores, geometría.
- Operativa del tratamiento: calibración previa, volumen de caldo, presión de trabajo, tamaño de gotas, asistencia de aire, velocidad de desplazamiento.
- Resultados: eficiencia, uniformidad, penetrabilidad, pérdidas por deposición en el suelo.

Las limitaciones existentes han sido reiteradamente señaladas por los expertos internacionales en pulverización en diferentes ocasiones como la reunión de la *Association of Applied Biologists* sobre Expresión de la Dosis (Barcelona, noviembre de 2018) y el *Workshop on Spray Application and Precision Technology in Fruit Growing – Supfruit* (East Malling, junio de 2019).

## Volumen de caldo y dosis

La segunda objeción remarcable se refiere al volumen de caldo aplicado. En los ensayos de registro sobre frutales y viñedo viene siendo habitual pulverizar un volumen tentativo de 1000 L/ha de caldo. En viñedos últimamente, también se emplean volúmenes de 500 L/ha.

Estos volúmenes difieren substancialmente de los utilizados en la fruticultura y la viticultura actuales, especialmente si el aplicador adopta criterios de buenas prácticas fitosanitarias (equipos eficientes y debidamente calibrados). Afortunadamente, este escenario es cada vez más

<sup>1</sup> [www.mapa.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/Listado%20EOR%20actualizado.pdf](http://www.mapa.gob.es/agricultura/pags/fitos/registro/fichas/pdf/Listado%20EOR%20actualizado.pdf), fecha de consulta: 2 de octubre de 2019.

habitual en explotaciones de media y gran dimensión y empresas de tratamientos a terceros.

La disponibilidad de equipos de nueva generación está propiciando la reducción progresiva de los volúmenes aplicados y la consecución de las ventajas siguientes:

- Reducción de los costes de los tratamientos (ajuste de las dosis, volúmenes y tiempos).
- Mitigación de los riesgos personales y ambientales (contaminación del suelo y deriva).
- Mayor oportunidad (reducción de tiempos muertos) en beneficio de la eficacia.

En plantaciones frutales, con carácter general, actualmente se aplican volúmenes de caldo situados un rango de 500-800 L/ha. Solamente en el control de plagas como la psila del peral, que requieren un mayor recubrimiento, se superan los 1000 L/ha. En viñedos en espaldera (formación preponderante), el volumen de caldo pulverizado no suele superar los 400 L/ha, siendo habituales al inicio de vegetación volúmenes de 150-200 L/ha.

En este contexto, el sistema de ajuste de volúmenes y dosis DOSA3D<sup>2</sup>, validado para las diferentes especies arbóreas, viene mostrándose como un excelente instrumento de ayuda para optimizar del tratamiento.

### Déficits del registro oficial

En los primeros nueve meses del presente año se han autorizado un total de 41 nuevos preparados, insecticidas o fungicidas, de los que 17 están autorizados para su uso en frutales y viñedo (fecha de consulta: 2 de octubre de 2019). La dosis viene expresada como producto por superficie cultivada (kg o L/ha), indicándose también el volumen de caldo (L/ha) recomendado.

En la mayoría de casos, la dosis por superficie cultivada (kg o L/ha) responde a un único valor, con independencia de la dimensión y del estadio vegetativo de la plantación. Por su parte, los volúmenes recomendados están alejados del escenario productivo, particularmente en viñedo,

donde la referencia sigue situándose en 1000 L/ha.

El problema más acuciante reside en esta discordancia entre volúmenes, los utilizados en los ensayos de eficacia y los del escenario productivo. La situación puede desconcertar y dificultar la decisión sobre la dosis real a aplicar en parcela. En España, esta dificultad se ve acrecentada por la coexistencia de diferentes formas de expresión de la dosis en productos utilizados en frutales y viñedo.

En el registro oficial, al consultar la ficha técnica de algunos de los productos, seleccionados entre los de mayor uso, se encuentran por lo menos los siguientes formatos de expresión de la dosis (se añaden algunos ejemplos identificados por su número de registro):

- Concentración del caldo (%). Ejemplos: 21888, 24143, ES-00008.
- Concentración (%) y volumen de caldo (L/ha). Ejemplos: 25055, ES-00001, 25055.
- Volumen de caldo (L/ha) y producto por superficie cultivada (kg o L/ha). Ejemplo: ES-00009.
- Producto por superficie cultivada (kg o L/ha). Ejemplos: 24526, ES-00666.

En cuanto a la dosis máxima admisible por hectárea (información obligada por el Reglamento 1311/2009 art.31), solamente en casos excepcionales aparece en las etiquetas de los productos.

¿Cómo actuar cuando la dosis se expresa solamente en concentración? ¿Qué volumen de referencia debe adoptarse? ¿Puede concentrarse el caldo por encima de lo indicado en la etiqueta? Esta opción suele ser la practicada a pesar de que las posibles dificultades de miscibilidad del caldo o la imposibilidad legal de registrar los datos reales del tratamiento en el cuaderno de explotación.

Cuando la dosis se expresa en formato distinto a la concentración, las dudas tampoco desaparecen. Si se informa el volumen de caldo, en muchas ocasiones los valores recomendados se encuentran fuera del rango productivo y, como ya se ha

apuntado, si la dosis expresada es constante (kg o L/ha), no es verosímil habida cuenta de las diferencias en la arquitectura de las plantaciones. En este sentido, la EPPO ha recomendado que esta forma de expresión de la dosis deje definitivamente de utilizarse (EPPO PP 1/239(2)).

Hasta hace poco, la concentración constante (%) era la forma de expresión de la dosis para la práctica totalidad de productos y el ajuste del volumen de caldo (L/ha), la forma racional para adaptar la dosis al escenario concreto en sintonía con el principio de la dosis mínima efectiva. Actualmente, al registrar nuevos productos con la dosis por superficie cultivada (kg o L/ha), caminamos en sentido opuesto a la racionalidad.

### Cambios en la expresión de la dosis

A la vista de la información disponible, por el momento no existen productos autorizados en España cuya dosis venga expresada en LWA (superficie de pared foliar). Dicha expresión se ha comenzado a utilizar en tres países de la zona central europea, Alemania, Austria y Bélgica, todos ellos con muy escasa representatividad en la arboricultura europea.

Los principales países productores, España, Francia e Italia, ubicados en la zona sur, tratan de adaptar el formato LWA para su uso en los informes de los ensayos de eficacia en plantaciones en espaldera (frutales de pepita y viñedo). La incorporación del LWA supondrá un avance respecto a los formatos actuales al facilitar la comparación de ensayos y dotar de mayor garantía a la toma de decisiones de los evaluadores y prescriptores de los tratamientos.

En nuestro caso, la recomendación de dosis en LWA tardará aún en llegar. Posiblemente, también se mantendrá la expresión en concentración (%) junto a un rango del volumen de caldo (L/ha) para su adaptación al escenario concreto del tratamiento. Esta es la posición del GT sobre Ex-

<sup>2</sup> [www.dosa3d.es](http://www.dosa3d.es).

<sup>3</sup> Unas posibles pautas pueden consultarse en [www.dosa3d.cat/uploads/ckeditor/attachments/34/2019\\_FRUITERS\\_i\\_VINYA-\\_Establiment\\_dosi.pdf](http://www.dosa3d.cat/uploads/ckeditor/attachments/34/2019_FRUITERS_i_VINYA-_Establiment_dosi.pdf).

presión de la Dosis del que forman parte reguladores, investigadores y empresas químicas.

### Propuestas

Visto lo anterior, el estado del arte (tecnología disponible) y las recomendaciones de los expertos en pulverización, pueden establecerse las siguientes propuestas de orden práctico para la evaluación de eficacia de productos fitosanitarios:

1. Utilizar equipos de tratamientos similares a los de las explotaciones, sometidos a aprobación previa y a la inspección oficial periódica.
2. En los informes, describir la operativa y resultados del ensayo, incluyendo los siguientes parámetros de calidad: eficiencia, uniformidad, penetrabilidad, deposiciones (mg/cm<sup>2</sup>) y pérdidas en la superficie del suelo.
3. Revisar la norma EPPO PP 1/181 (4) para incorporar lo expresado en el punto anterior.
4. Mejorar el registro, adoptando un formato armonizado para la expresión de la dosis en sintonía con la definición de dosis mínima efectiva.

## / La incorporación del LWA (superficie de pared foliar) supondrá un avance respecto a los formatos actuales al facilitar la comparación de ensayos y dotar de mayor garantía a la toma de decisiones de los evaluadores y prescriptores de los tratamientos /

Finalmente, en el escenario productivo cabe proponer:

1. Ajustar el volumen de caldo mediante sistemas de ayuda a la decisión como DOSA3D.
2. En tanto se mantengan los formatos actuales de expresión de la dosis, establecer pautas para tratar a volúmenes ajustados<sup>3</sup>.

### Agradecimientos

Los resultados de los trabajos experimentales a los que se ha hecho referencia han sido parcialmente financiados por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Proyecto GOPHYTOVID) y la Comisión Europea (proyecto EUCLID H2020-633999<sup>4</sup>)

<sup>4</sup> [www.euclidipm.org](http://www.euclidipm.org)

### Bibliografía



- EPPO PP 1/181(4) Efficacy evaluation of plant protection products. Conduct and reporting of efficacy evaluation trials, including good experimental practice. Bulletin OEPP/EPPO (2012) 42 (3):382–393.
- EPPO PP 1/225(2) Efficacy evaluation of plant protection products. Minimum effective dose. Bulletin OEPP/EPPO (2012) 42 (3):403–404.
- EPPO PP 1/239(2) Dose expression for plant protection products. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (2012) 42 (3), 409–415
- ISO 22522:2007 (2007). Crop protection equipment. Field measurement of spray distribution in tree and bush crops. Int. Std. Org. Genève.
- Regulation (EC) No 1107/2009 concerning the placing of plant protection products on the market. J. Eur. Union, 24 nov 2019 pp. L 1–50.
- Román R, Llorens J, Planas S (2019) Evaluation of sprayers used for regulatory efficacy assessment trials. Proc. 15th Workshop on Spray Application and Prec. Tech. in Fruit Growing. East Malling. NIAB. Pg. 53-54.