

Cómo minimizar los riesgos asociados a la utilización de estos productos en el cultivo de los cítricos

Funcionamiento de los equipos, seguridad del operario y estimación de la deriva en tratamientos fitosanitarios

La creciente conciencia medioambiental de la sociedad europea, así como la preocupación por preservar la salud de personas y animales, ha estimulado en los últimos años importantes acciones legislativas para minimizar los riesgos asociados a la utilización de fitosanitarios. En este artículo se repasan algunas de las contribuciones del Centro de Agroingeniería del IVIA para obtener un correcto funcionamiento de las máquinas en el cultivo de los cítricos y lograr una mayor seguridad para el aplicador, y se resumen estudios recientes sobre la deriva de tratamientos químicos.



Enrique Moltó, Cruz Garcerá y Patricia Chueca.

Centro de Agroingeniería. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Moncada, (Valencia).

No solamente el producto y su dosificación influyen en la optimización de la eficacia de los tratamientos. Cuando un equipo para la aplica-

ción de productos fitosanitarios no se mantiene en un correcto estado de funcionamiento se limita o incluso se anula la eficacia de un tratamiento. Un equipo mal regulado o con desgaste excesivo tiene un potencial contaminante muy elevado y aumenta los riesgos de sufrir un accidente o una intoxicación en el personal aplicador. A partir de 2012, como desarrollo de la Directiva 2009/128/CE, será obligatoria la inspección del estado de funcionamiento de todas las

máquinas que realicen tratamientos fitosanitarios.

En la actualidad, diversos organismos oficiales de algunas comunidades autónomas como Murcia, Cataluña o Valencia, así como la diputación de Vizcaya, ofrecen servicios de inspección de los equipos para tratamientos fitosanitarios en uso. En la Comunidad Valenciana este servicio es obligatorio cada tres años para todos aquellos productores inscritos en Producción Integrada y lo realiza la

Universidad Politécnica de Valencia, dentro de un convenio con la Conselleria de Agricultura y Pesca de la Generalitat Valenciana.

Observando el resultado de las inspecciones nos encontramos con mucha maquinaria en uso que se encuentra en mal estado, tanto en lo relativo a los elementos relacionados con la seguridad como a los elementos que permiten el funcionamiento adecuado de los equipos. Los resultados muestran que, en general, el estado de mantenimiento de estas máquinas no es satisfactorio.

Respecto a la seguridad, más del 48% de los equipos inspeccionados presentaron anomalías en la inspección de la protección del cardan, más del 25% en la protección de los ventiladores y más del 90% en la de las correas. Por tanto, es alarmante comprobar que más de la mitad de los equipos presentan serias deficiencias de seguridad. En cuanto al estado de mantenimiento, es muy preocupante que más del 40% de los equipos inspeccionados presenta un mal funcionamiento de los elementos que permiten realizar una adecuada distribución del producto.

Los datos sugieren que el desconocimiento del manejo de la maquinaria y la falta de mantenimiento son, probablemente, las causas principales en la disminución de la eficiencia de los tratamientos con turbo y generan alarma ante la falta de seguridad en el trabajo. Es por ello que el Centro de Agroingeniería colabora con el Servicio de Desarrollo Tecnológico del IVIA impartiendo cursos sobre utilización y mantenimiento de esta ma-

quinaria, a menudo con la colaboración estrecha de empresas valencianas del sector, como Pulverizadores Fede, Mañéz y Lozano y Agrícola Industrial Cabedo.

Seguridad y protección del aplicador

El Centro de Agroingeniería, en colaboración con la Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (Aepla), realizó en 2004 un estudio sobre la seguridad y protección de los aplicadores en los tratamientos de cítricos, a través de encuestas a agricultores y técnicos. El trabajo de campo procuró abarcar las zonas más representativas de la citricultura española (Comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía) y alcanzó a prácticamente el 10% de la superficie en explotación (Moltó *et al.*, 2006).

Según los encuestados, el 97% de los aplicadores utilizaba algún medio de protección personal durante la operación de mezcla y carga, destacando el uso de guantes en un 81%, mascarilla en un 82% (con filtro un 53% y simple un 30%) y del mono en un 52%. El 29% de los encuestados declara utilizar botas impermeables, pantalones largos (27%) y camiseta de manga larga y gorra (23%). Solo el 10% de los monos de trabajo que se decían utilizar estaban realizados con materiales impermeables, mientras que el 90% eran de algodón o textiles, que no son los adecuados para realizar los tratamientos. Es decir, se observó que los operarios desconocen la importancia que tienen los tejidos y

materiales con que están realizadas estas prendas en la eficacia de la protección.

En las encuestas se declara que el 67% de los tratamientos se realizan con tractores sin cabina. En lo que respecta a la protección durante la aplicación, el uso de elementos de protección personal parece bajo, ya que el usuario cree erróneamente que reduce el riesgo al estar lejos de las boquillas, pese a utilizar tractores sin cabina.

Para aumentar la seguridad, después de cada aplicación se debería llevar a cabo la limpieza del equipo. El 75% de los encuestados declara hacerlo siempre, un 19% sólo hacerlo a veces y el resto, un 6%, no limpia el equipo. Sin embargo, estos datos contrastan con la percepción que tenemos de nuestro entorno y, probablemente, es mucho mayor el porcentaje de usuarios que no atienden a la adecuada limpieza del equipo.

Una vez que el aplicador ha terminado de realizar el tratamiento sería recomendable que se duchase y se cambiase de ropa. Según las encuestas, todos ellos se cambian al final del día, pero solo un 59% lo hace al finalizar el tratamiento, quedando expuestos durante el resto de la jornada al producto que haya podido quedar en la ropa, aumentando el riesgo para la salud cuando el material de la misma es permeable, como mayoritariamente se ha manifestado.

En cuanto a la limpieza de envases, la mayoría declara utilizar la técnica del triple enjuague. Sin embargo, sólo se preocupan de la gestión de los envases el 43% de los encuestados. De ellos, un 57% los lleva al pun-

2 años GARANTÍA CASE IH

MÁQUINA DEL AÑO 2010

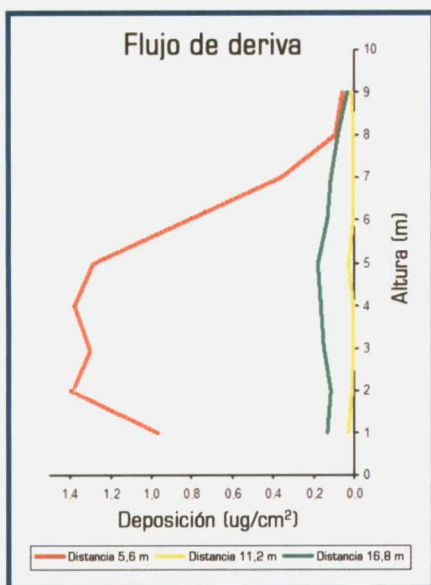
PUMA CVX. EFICIENCIA INFINITAMENTE CONTINUA.

CASE IH AGRICULTURE

www.caseih.com

Figura 1

Flujo de deriva estimado a partir de la deposición de clorpirifos ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) en un hilo de nylon en función de la altura al suelo y de la distancia al pulverizador.



to de venta, a un 14% se los recoge una empresa, un 11% los tira a contenedores autorizados y un 17% a "un lugar donde los reciclan" (ecoparque). Por tanto, el 83% de la gestión se hace correctamente, pero parece necesario informar a los agricultores de que, al tratarse de productos peligrosos, no pueden llevar los envases a los ecoparques y tienen que elegir entre las otras tres opciones.

De todo ello se deriva que es urgente la educación de los aplicadores, ya que los niveles de protección personal y seguridad son todavía muy bajos.

Reducción de la deriva de los tratamientos de cítricos

La deriva es una de las mayores fuentes de contaminación que producen los tratamientos fitosanitarios. La metodología para estimar la deriva, que aparece en la norma ISO 22866, se basa en el empleo de colectores, situados cerca del lugar donde se está tratando, que interceptan la pluma de aerosoles generada.

El Centro de Agroingeniería está realizando por primera vez en España medidas de la deriva que se producen en los tratamientos fitosanitarios de cítricos. Para ilustrar este trabajo, se indica un ensayo de campo para conocer el

perfil de la deriva y el alcance de la misma. El ensayo se realizó en una parcela comercial de mandarinas clementinas y consistió en determinar el flujo de deriva en el aire y la deriva que se deposita en el suelo.

Para medir el flujo de deriva se utilizaron colectores verticales que consistieron en hilos de nylon de 2,4 mm de diámetro y de 1 m de longitud. Los hilos se colocaron a cada metro en nueve alturas: desde 1 hasta 9 m. La estructura se montó a tres distancias respecto del centro del pulverizador: 5,6; 11,2 y 16,8 m.

Para determinar la deriva depositada en el suelo se utilizaron tres tipos de colectores: papeles hidrosensibles de tamaño 2,6 x 7,6 cm (Teejet, Spraying Systems Co., Switzerland), papel secante de tamaño 21 x 5 cm y colectores de PVC de tamaño 23,3 x 5 cm. Los colectores se colocaron sobre chapas de madera. En cada chapa se puso un colector de cada tipo. Las chapas de madera se colocaron sobre el suelo a cinco distancias respecto del centro del pulverizador: 2,8; 5,6; 8,4; 11,2 y 14 m. Se colocaron tres chapas de madera por distancia. Los colectores se situaron respecto al pulverizador en el lado hacia donde iba el viento.

Para la aplicación se utilizó un pulverizador hidráulico asistido por aire. La pulverización consistió en tratar las dos filas de árboles de una calle, utilizando un volumen de caldo de 5.000 l/ha con una concentración de Dursban 75 (clorpirifos) al 0,125%, producto que se utilizó como trazador. El volumen de 5.000 l/ha se consiguió tratando a una presión de 10 bar con una velocidad de avance de 2,65 km/h.

Tras la pulverización y una vez secos los co-

lectores, se recogieron y se introdujeron individualmente en bolsas de plástico de cierre hermético y en neveras. Posteriormente, en laboratorio, se llevó a cabo el lavado de los colectores para extraer el trazador con acetona. La determinación de la cantidad de clorpirifos en cada una de las muestras se realizó mediante cromatografía de gases-masas.

El perfil del flujo de deriva, es decir, la cantidad de clorpirifos encontrada por unidad de superficie para cada altura y a las tres distancias ensayadas se muestra en la **figura 1**. Se observa que a la distancia de 5,6 m es donde hay mayor cantidad de clorpirifos y que esta cantidad aumenta de 1 a 2 m, se mantiene de 2 a 5 m y a partir de ahí va descendiendo gradualmente con la altura. También se encontró clorpirifos a 11,2 y a 16,8 m. El hecho de que haya más clorpirifos a mayor distancia se debe a que, como se ha comentado anteriormente, para cada distancia se realizó una pulverización, de modo que cuando se realizó la pulverización a 16,8 m la velocidad del viento fue mayor.

En la **figura 2** se observa que la cantidad depositada en el suelo disminuye rápidamente al pasar de la distancia de 5,6 a 8,4 m. De 8,4 hasta los 14 m la deposición también disminuye, como era de esperar, pero lo hace muy poco a poco. De modo que la mayor parte de la deriva que se deposita en el suelo lo hace en los primeros 8 m.

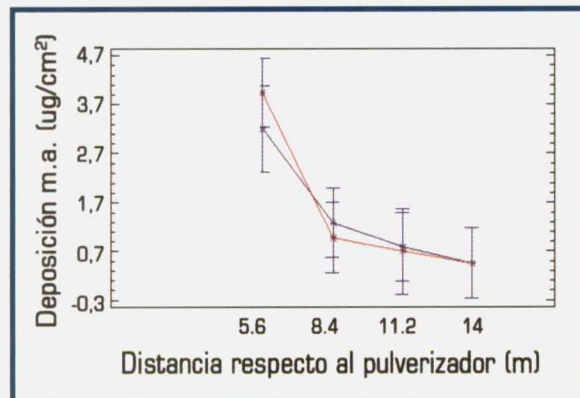
Estas medidas de deriva sirven para estimar la parte de la misma que se deposita y contamina las zonas próximas al cultivo y es la que actualmente se tiene en cuenta para establecer las medidas de protección de las masas

de agua superficiales. No obstante, hay una fracción que sale a la atmósfera circundante e influye en mayor medida en la contaminación a larga distancia del tratamiento fitosanitario, es lo que se denomina deriva atmosférica.

Las medidas realizadas siguiendo la norma ISO son difíciles y no permiten la detección de irregularidades espaciales en la pluma, ya que están limitadas por el número, la localización y la altura de los colectores. Asimismo, se introducen incertidumbres debidas a la variación de las condiciones ambientales durante los

Figura 2

Deriva depositada en el suelo en función del colector y de la distancia al pulverizador.



SERIE CR9000 ELEVATION: PURA RAZA ROTATIVA.



bitsadv.com

AMBRA Lubrificantes



**CR
9090
WORLDRECORD**

CAPACIDAD SIN IGUAL AL MENOR COSTE

- Exclusivo sistema de doble rotor que da lugar a muestras de grano y paja de excelente calidad
- Motores de tecnología punta que proporcionan mayor potencia con un mínimo consumo
- El mejor diseño de cabina de su clase que maximiza el confort del operador
- Múltiples opciones de guiado y agricultura de precisión para incrementar aún más la productividad

NEW HOLLAND TOP SERVICE 00800 64 111 111* | www.newholland.es

Asistencia e información 24/7 *La llamada es gratuita desde teléfono fijo. Antes de llamar con su teléfono móvil, consulte tarifas con su operador.



ESPECIALISTAS EN TU ÉXITO

ensayos y al diferente efecto de la cubierta vegetal según la parcela en que se realiza el ensayo. Estas medidas tampoco tienen en cuenta la variación temporal y espacial de la fuente de deriva. Los ensayos presentan enormes dificultades logísticas y consumen ingentes cantidades de tiempo y de recursos humanos. Por ello, en el Centro de Agroingeniería se intenta utilizar nuevos sensores electrónicos con el fin de relacionar sus medidas con los datos de deposición y deriva que se obtienen empleando los protocolos convencionales. La **figura 3** muestra una imagen térmica que tal vez en el futuro pueda servir para este propósito.

Conclusiones

Para optimizar las dosis de tratamientos fitosanitarios en cítricos y cumplir con las medidas de protección de las personas y el medio ambiente que exige la Unión Europea se tiene que realizar un gran esfuerzo para ajustar los tratamientos a las condiciones de vegetación y de presión de la plaga, utilizar productos insecticidas lo menos nocivos posible y mantener y ajustar la maquinaria de tratamientos para evitar la deriva. Desde el Centro de Agroingeniería del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) se está tratando de aportar conocimiento técnico y científico al respecto.

Pese a que existen ya muchas aproximaciones para mejorar esta situación, todavía hay un preocupante desconocimiento en el sector sobre cómo evitar riesgos al entorno, a los operarios y las personas cercanas a los tratamientos fitosanitarios.

Este desconocimiento no solamente reduce el beneficio económico de las explotaciones, sino que también genera riesgos al entorno natural y a la salud. Es tarea de toda la sociedad revertir esta situación. ●

Agradecimientos

Los autores agradecen a la empresa Fontestad, que nos haya permitido realizar ensayos en sus parcelas comerciales de cítricos y a la empresa Pulverizadores Fede, el préstamo de los equipos de aplicación. Asimismo agradecen a la asistencia técnica de las empresas Mañez y Lozano y Agrícola Industrial Cabedo. Una parte de este trabajo no se hubiese realizado sin la colaboración de la unidad de Entomología del IVIA y el Departamento de Mecanización Agraria de la UPV. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través de los proyectos AGL2005-07155-C03-02/AGR y AGL2007-66093-C04-03/AGR.

Figura 3

Imagen de la nube de deriva. Cámara termográfica.



Bibliografía

- Agnello, A. (2002) Petroleum-derived spray oils: chemistry, history, refining, and formulation, pp: 2-18 En: G.A.C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart (eds.), Spray oils beyond 2000: Sustainable pest and disease management. University of Western Sydney, Sydney, Australia.
- Alfaro Lassala, F., F.J. Cuenca Montagut, C. Ferrer García (1993) Piojo rojo de California. Levante Agrícola 2º Trimestre 1993 pp: 101-108.
- Beattie, A., S. Hardy (2005) Using petroleum-based spray oils in citrus. Agfact H2. AE.5. Rydalmere, NSW Department of Primary Industries, Australia.
- Beattie, G.A.C., D. Smith (1996) Integrated pest management: sustainable pest control for the future based on the past?. Proceedings of the International Society of Citriculture, Sun City, South Africa, 12-17 Mayo 1996, vol. 1 pp: 51-58.
- Cen, Y.J., M.Y. Tian, X. F. Pang, D. J. Rae. 2002. Repellency, antifeeding effect and toxicity of a horticultural mineral oil against citrus red mite, pp. 134-141 En: G. A. C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart (eds.), Spray Oils Beyond 2000. University of Western Sydney, Australia.
- Chueca, P., C. Garcerá, E. Moltó, J.A. Jacas, A. Urbaneja, T. Pina, (2009a). Los aceites minerales pueden ser una alternativa al uso de acaricidas para el control de araña roja. Levante Agrícola 395: 121-131. ISSN 0457-6039.
- Chueca, P., E.E. Grafton-Cardwell, E. Moltó (2009b) Influence of spray equipment and water volume on coverage of citrus and control of citricola scale, *Coccus pseudomagnoliarum* (Hemiptera: Coccidae) with mineral oil. Journal of Economic Entomology vol. 102 (1) pp: 296-303.
- Davidson, N.A. (1991) The role of spray oils in alternative agriculture. Components Newsletters vol. 2 pp: 1-7.
- Davidson, N.A., J.E. Dibble, M.L. Flint, P.J. Marer, A. Guye (1991) Managing insects and mites with spray oils. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3347, Oakland.
- DOCE (Diario Oficial de la Comunidad Europea) (1991) Directiva 91/414/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1991, relativa a la comercialización de productos fitosanitarios. DO L 230 de 19 de agosto de 1991 pp: 1-32 (Incorporada al ordenamiento jurídico español en virtud del Real Decreto 2163/1994, de 4 de noviembre, por el que se implanta el sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios. BOE núm. 276 de 18 de noviembre de 1994 pp: 35452-35463).
- DOUE (Diario Oficial de la Unión Europea) (2009) Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas. DO L309 de 24 de noviembre de 2009 pp: 71-86.
- Herron, G.A., G.A.C. Beattie, R.A. Parkes, I. Barchia (1995) Potter Spray Tower Bioassay of Selected Citrus Pests to Petroleum Spray Oil. Journal of Australian Entomological Society vol. 34 pp: 255-263.
- Herron, G.A., G.A.C. Beattie, A. Kallianpur, and I. Barchia (1998) A Potter spray tower bioassay of two petroleum spray oils against adult female *Panonychus ulmi* (Koch) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology vol. 22 pp: 553-558.
- Liu, Z.M., G.A.C. Beattie (2002) Effect of a horticultural mineral oil on oviposition by twospotted mite *Tetranychus urticae* koch (Acari: Tetranychidae). General and Applied Entomology vol. 31 pp: 65-68.
- Moltó, E., P. Chueca, C. Garcerá (2006). Manejo de turboatomizadores en el cultivo de cítricos. Vida Rural. Núm 237, pp 56-62. ISSN: 1133-8938.
- Moltó, E., P. Chueca, S. Santiago, C. Garcerá (2007). Modelización de la eficacia de insecticidas para el control de piojo rojo de California. Vida rural, N° 257, pp: 36-40 ISSN 1133-8938.
- Moltó, E., C. Garcerá, P. Chueca (2008). Tratamientos con aceites minerales contra el piojo rojo de California. Vida rural, N° 267, pp: 40-44 ISSN 1133-8938.
- Riehl, L.A. (1981) Fundamental consideration and current development in the production and use of petroleum oils, pp. 601-607. En: Proceedings of the Fourth International Society of Citriculture, Tokio, Japan.
- Riehl, L.A. (1988). Update, 1981-1987, of developments in mineral spray oils. En: R. Goren y K. Mendel (eds.), Proceedings of the Sixth International Citrus Congress. Tel Aviv, Israel. Philadelphia/Rehoboth pp: 1253-1267.
- Trammel, K. (1965) Properties of petroleum oils in relation to toxicity to citrus red mite eggs. Journal of Economic Entomology vol. 58 pp: 595-601.
- Urbaneja, A., S. Pascual-Ruiz, T. Pina, R.V.P. Abad-Moyano, H. Montón, P. Castañera, J.A. Jacas (2008) Efficacy of five acaricides against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and their side-effects on selected natural enemies occurring in citrus orchards. Pest Management Science vol. 64 pp: 834-842.
- Zabkiewicz, J.A. (2002) Enhancement of pesticide activity by oil adjuvants, pp. 52-55. En: G.A.C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart (eds.), Spray oils beyond 2000: Sustainable pest and disease management. University of Western Sydney, Sydney, Australia.