

Luis Val Manterola
lval@dmta.upv.es
Dpto. de Mecanización y Tecnología Agraria. Univ. Politécnica de Valencia



Prototipo de pulverizador con caudal proporcional.

■ **Realizar tratamientos fitosanitarios con máxima eficacia requiere utilizar los productos adecuados en el momento oportuno**

Situación actual de la mecanización de los tratamientos fitosanitarios en Hortofruticultura

En los últimos años se está produciendo una evolución muy interesante en lo que se refiere a los equipos empleados en cultivos intensivos

Es para todos obvio que realizar tratamientos fitosanitarios con máxima eficacia requiere utilizar los productos adecuados en el momento oportuno. En cambio, es frecuente que no se dé la importancia debida a la calidad de la distribución del caldo sobre el cultivo que, a su vez, depende de la maquinaria utilizada. A este respecto, convendría analizar tanto el sistema por el que genera las gotas como la regulación practicada o su estado de mantenimiento.

Afortunadamente, en los últimos años, se está produciendo una evolución muy interesante en todos los aspectos citados y en especial en los referidos a los equipos empleados en cultivos intensivos. Surgen nuevas preocupaciones como son evitar la deriva o adecuar el tamaño de gotas al objetivo propuesto. Se incorporan avances tecnológicos basados en la electrónica o en la utilización de nuevos materiales. Con ello, el conjunto de equipos presentes en el mercado se diversifica para ajustarse a estas nuevas necesidades. También la legislación asume el reto, con la aparición de nueva normativa para el diseño, el empleo o la revisión de las máquinas o, la incluida en los reglamentos de producción integrada.

En este trabajo, se pretende pasar revista a varios de estos puntos, para hacer comprender mejor la situación en la que está la mecanización de los tratamientos en hortofruticultura y que se puede esperar del inmediato futuro. El análisis se realiza por cultivos (fruticultura, citricultura, horticultura y distribución de herbicidas) ya que en cada caso se presentan particularidades diferentes y concluye con un apartado sobre la normativa existente sobre revisión de equipos para tratamientos en uso.

En fruticultura

Debe destacarse en primer lugar que los equipos utilizados en fruticultura, aún siguiendo un patrón general de pulverizador hidroneumático clásico, vienen evolucionando en los últimos años, mejorando muy sensiblemente sus

prestaciones. Si se analizan los componentes, tanto depósitos, boquillas o sistemas de control, en todos hay cambios de interés mientras que las bombas permanecen sustancialmente idénticas si no se tiene en cuenta que algunos fabricantes montan bombas de membrana o pistón-membrana, cuando hace unos años eran casi todas de pistones.

Los depósitos han cambiado de material, generalizándose el empleo del polietileno debido a la mayor facilidad de limpieza interior, promovida por la normativa europea y a que se han llegado a acuerdos entre pequeños fabricantes para compartir gastos de fabricación de moldes. Por otra parte, los equipos comienzan a incluir diversos depósitos complementarios: para disponer de agua limpia con la que limpiar el depósito in situ, una vez acabada la distribución; para lavado de emergencia del personal que manipula los fitosanitarios.

Mención aparte merecen los sistemas de generación de la corriente de aire. Asumido que la calidad de un tratamiento en fruticultura depende sobre todo de una adecuada penetración dentro del espeso follaje que presentan los árboles, poco a poco se va asumiendo que ese caudal de aire es también causante de la deriva, al enviar parte de la pulverización lejos del objetivo, al suelo o, sobre todo, en altura sobre el huerto. Los distintos fabricantes han competido por ofrecer diseños de ventilador y circuitos de aire complementarios más eficientes. En los equipos modernos, problemas como el distinto caudal emitido a cada lado del equipo han sido minimizados. Han surgido diseños complejos, como los de doble ventilador, flujo transversal o en túnel, que son adecuados para situaciones específicas, aunque no se han generalizado por distintas causas. Así, los equipos con doble ventilador consiguen mejorar significativamente las deposiciones en altura aunque se trata de equipos costosos y con menor estabilidad. Los equipos con túnel presentan ventajas obvias en cuanto a la disminución de la deriva pero los diseños disponibles presentan problemas de manejo del equipo en cuanto el porte del árbol es considerable. Ello no quiere decir que no siga teniendo interés seguir buscando en esa línea hasta encontrar un diseño de túnel optimizado para condiciones concretas.



Microaspersor sobre naranjo bajo cubierta.

Entre las últimas novedades, cabe destacar la regulación motorizada de la anchura de salida del aire para, con un mismo caudal generado por el ventilador, conseguir cómodamente distintas combinaciones de velocidad y anchura del flujo de aire. La comodidad con que se hace la regulación debe permitir que ésta, de gran interés práctico pero muy difícil de hacer en los equipos convencionales, se convierta en habitual.

Respecto a los sistemas de regulación, la normativa obligando a que no existan conducciones a presión dentro de la cabina del tractorista supone un significativo avance en la seguridad en el uso de estos equipos.

Respecto a los tratamientos propiamente dichos, las mejoras más trascendentes se han producido en la determinación de las dosis a distribuir en cada caso. Los trabajos de investigación realizados con ese objetivo han permitido obtener datos mucho más concluyentes que los que se disponían hasta hace poco tiempo. Pero, además, se sigue avanzando en dos vías de gran interés:

a) obtención de programas informáticos de fácil manejo para la determinación de las dosis mas ajustadas a cada situación particular.

b) puesta a punto de sistemas automáticos para la determinación de la dosis en función del área foliar a tratar en cada momento.

Respecto a al primer apartado, existen ya acercamientos interesantes (Planas et al., 2003) para optimizar el cálculo de las dosis necesarias en función de datos como características del cultivo y del producto; condiciones de la aplicación; condiciones meteorológicas; características del pulverizador y de las boquillas y localización de la plaga o patógeno.

Respecto al segundo, varias marcas han puesto a punto equipos capaces de detectar la ausen-



Comprobación del caudal de boquillas en cañóm para invernaderos.

cia o presencia de vegetación en el área de alcance del pulverizador al incluir sensores de ultrasonidos que regulan sistemas "on-off", para evitar pulverizar sin objetivo. Estos equipos se muestran especialmente útiles en olivicultura extensiva por sus amplio marcos de plantación pero también tienen interés en viveros o plantaciones jóvenes.

Pero en el futuro, la automatización puede volverse más precisa si se llega a disponer de sensores mas sofisticados que sean capaces de determinar el área foliar del árbol a tratar y dosificar en función de ese dato (Solanelles et al., 2001). Ese es por ejemplo el objeto del proyecto CICYT AGL2002-04260-C04 "Implementación de un sistema de decisión del volumen unitario en tratamientos fitosanitarios de frutales, cítricos y viña", en el que participan el Centre de Mecanització Agraria (Lleida) y las universidades de Lleida, Politécnica de Cataluña y Politécnica de Valencia.

Problemática en citricultura

Las dificultades comentadas para conseguir una distribución de calidad se ven acrecentadas en citricultura por diversas causas:

- presencia de plagas muy difíciles de combatir (por ej, piojo rojo).
- necesidad de obtener recubrimientos prácticamente del 100% en ciertos casos (distribución de aceites minerales).
- cultivo de ciertas variedades con zonas difíciles de alcanzar por su altura o la densidad de su follaje.

Esta situación ha obligado a los fabricantes a presentar modelos específicos para cítricos en los que el sistema de generación de corriente de aire está especialmente reforzado para suministrar los altos caudales de aire necesarios (más de 50.000 m^3/h). Por lo demás, los adelantos surgidos en los equipos para fruticultura se incorporan rápidamente a estos.

La determinación de las dosis adecuadas no está tan avanzada como en el caso anterior, fundamentalmente por la diversidad de situaciones posibles:

- variedades de muy distinto porte y densidad de follaje
- objetivos diferentes según el lugar donde se desarrollan las diferentes plagas.

En estos momentos, están en marcha ensayos con el objetivo de concretar cuales serían los valores mas adecuados trabajando con cuatro variedades distintas en cuanto a porte y densidad de follaje (Fortuna, Oronules, Navel-Late y Marisol). Las mediciones de área foliar y deposiciones conseguidas en diferentes condiciones permitirán ajustar con mayor exactitud las dosis a distribuir en función del objetivo propuesto.

Otros trabajos buscan conocer las posibilidades de las nuevas formas de cultivo. Hace ya varios años que se está utilizando la microaspersión para el riego y la fertilización de cultivos, bien sea sola o conjuntada con el riego por goteo. El uso de este sistema se ve favorecido por su uso en la lucha contra las heladas. Este tipo de regadíos se utiliza también en el cultivo de cítricos bajo protección. En Florida se vienen usando desde hace un tiempo y ya existen estudios sobre ellos. En España también existen plantaciones usan este sistema. ¿Pero es posible utilizar estas instalaciones para realizar tratamientos fitosanitarios? Concretamente, se estudia la viabilidad de un sistema de aplicación mediante microaspersores de bajo caudal, suspendidos sobre los árboles (Quijano et al., 2003).

Esta tecnología presenta la ventaja inicial de ser un sistema rápido de distribución de fitosanitarios, que agiliza los tratamientos ante una plaga incipiente o ante necesidades de nutrientes, al poder hacerse en una gran superficie, en cualquier momento, al poner en marcha la red de riego. Pero debe analizarse la forma de manejarlo para optimizar el tiempo de aplicación para maximizar la calidad de la aplicación, reduciendo los riesgos de pérdida por escorrentía.

Los ensayos con varios tiempos de aplicación (5, 10 y 15 min) tratan de determinar cual es el óptimo para garantizar un recubrimiento suficiente. En los datos preliminares, se aprecia que el 80-90% de las muestras con deposición despreciable se encuentran en el envés de las hojas, por lo que puede ser problemático combatir plagas cuya presencia sea predominante en dichas partes de las hojas.

En cambio, debe hacerse notar el escaso tiempo (en ningún caso más de 15 min y con resultados aceptables con 10) que se emplea en realizar los tratamientos para superficies tan amplias como el sector (2-4 ha). Ello facilitaría tanto realizar los tratamientos en el momento más oportuno del día o del ciclo de la plaga, como repetirlos si es necesario. Los controles sobre el desarrollo de distintas plagas han confirmado la bondad del sistema.

Merece reseñarse que se puede tener en cuenta la forma de realizar los tratamientos a la hora de podar. Así, se pueden despejar las partes centrales de los árboles, con lo que el caldo llegue fácilmente a las partes interiores de madera.

Mecanización de tratamientos herbicidas

La generalización del empleo del riego por goteo ha incentivado a su vez el empleo de herbicidas para el control de malas hierbas, sustituyendo la prácticas de laboreo del suelo. Ante el nuevo mercado, los fabricantes han respondido renovando la oferta de la maquinaria específica para este uso.

Ente las novedades, son significativas:

- Las boquillas antideriva: completamente confirmadas sus prestaciones, se han convertido en muy poco tiempo en un medio extremadamente útil para evitar la deposición de los herbicidas fuera de su objetivo.

- Las mochilas con bombas accionadas por baterías recargables: con ello se consigue por una parte, hacer mucho más confortable la faena (a pesar de un cierto incremento del peso de la máquina) y por otra, trabajar a una presión constante, con lo que se regulariza el tamaño de las gotas distribuidas. Cabe confiar que los precios de venta de estas mochilas disminuya lo suficiente para que su uso se generalice.

- Los equipos centrífugos para tratamientos sobre la línea: se diseñan equipos centrífugos protegidos por una estructura de gran diámetro (casi un metro) con fibras en posición radial que impiden que el caldo impacte contra las faldas de los árboles. El herbicida quedA retenido en las fibras y actúa al deslizarse estas sobre el suelo.

Un sistema de retraimiento automático permite sortear los troncos.

■ En fruticultura entre las últimas novedades, cabe destacar la regulación motorizada de la anchura de salida del aire para, con un mismo caudal generado por el ventilador, conseguir cómodamente distintas combinaciones de velocidad y anchura del flujo de aire

- Los equipos con depósitos separados para el agua y el herbicida: la mezcla se realiza en el circuito, estando la concentración regulada por un dosificador empleado en la automatización de la fertirrigación. La ventaja más evidente es que al final de la tarea, el herbicida no distribuido se recupera puro y no hay caldo sobrante.

Otras técnicas con posibilidades de futuro son las basadas en métodos físicos: descargas eléctricas, microondas, llamas... Los sistemas comercializados son todavía muy primitivos pero se puede confiar que algunos de los múltiples esfuerzos que se están realizando, acaben fructificando.

En horticultura

En general, se puede decir que la situación en horticultura no está progresando tanto como en los apartados anteriores. Centrándonos sobre todo en las instalaciones cubiertas, se disponen en el mercado de una gran diversidad de equipamiento pero su uso está poco racionalizado.

Así, en los invernaderos del sudoeste, sistemas como la lucha integrada están poco desarrollados y, respecto a la mecanización, los equipos más difundidos son las pistolas conectadas con mangueras a una red de tuberías distribuidas en el interior del invernadero. En otros lugares, con superficie de invernadero menor, se utilizan simples mochilas hidráulicas. Ambos sistemas se caracterizan





Equipo hidroneumático con regulación automatizada.

por graves inconvenientes como:

- altas dosis distribuidas
- distribución poco uniforme, dependiente de la capacitación del operario
- altas pérdidas por escorrentía al suelo
- riesgo de contaminación para el operario, situado prácticamente junto a la pulverización.

Lógicamente, se ha tratado de introducir sistemas alternativos para bajar dosis y mejorar rendimientos horarios pero con dudoso éxito:

- mochilas neumáticas: generan una población de gotas mucho menores que, en el interior de un invernadero, es muy eficiente (mayor recubrimiento con misma dosis, mejor distribución debido a la corriente de aire) pero presentan graves inconvenientes como son el ruido generado por el motor de gasolina que acciona la turbina y que los rendimientos horarios siguen siendo bajos.
- termonebulizadores: a partir de los gases de escape de un pequeño motor a reacción se produce niebla por condensación en cuanto el chorro lleva 20-30 cm de trayectoria libre. Este fenómeno necesita de la ayuda de un aditivo específico que evite la completa evaporación del agua y su pérdida de capacidad de soporte de las moléculas de materia activa. Con las dosificaciones empleadas, la ventaja mayor de esta niebla invisible es que penetra mucho mejor que las demás pulverizaciones en toda la superficie de las plantas (enveses de hojas, cuellos, etc.). Pero hay inconvenientes como la necesidad de utilizar fitosanitarios específicos, la alta toxicidad de la niebla, que obliga a una protección por filtro de aire en un casco, que el invernadero esté herméticamente cerrado y que el área tratada está poco definida. Para agrandarla, el aparato debe utilizarse inclinándolo hacia arriba de tal manera que la niebla tenga tendencia a expandirse por el local y no concentrarse en las zonas cercanas
- nebulizadores en frío: se trata de equipos alimentados por corriente eléctrica donde el caldo se pulveriza hasta formar niebla por el efecto puramente neumático de arrastre de líquido en el seno de una fuerte corriente de aire generada por un ventilador. Existen diversos modelos, desde portátiles hasta estacionarios, según su capacidad de mover la atmósfera del invernadero. Presentan ciertos inconvenientes respecto a los termonebulizadores (espectros de gotas generados no tan homogéneos ni de tan pequeño tamaño de gota; en funcionamiento estático, superficie realmente tratada menor; posibilidad de acumulación cerca del equipo; necesidad de toma de corriente eléctrica). Por contra, también presentan interesantes ventajas:
  - se trata de equipos mucho más silenciosos, que por lo tanto pueden ser utilizados en lugares donde el ruido producido por los termonebulizadores puede ser molesto (cerca de lugares habitados..).
  - muchos modelos actuales vienen provistos de algún equipamiento electrónico para su control automático. Así, se puede programar la hora de iniciación del tratamiento (cuando no hay operarios en el interior del invernadero..), la duración de éste..
  - cañones: equipos de pulverización neumática o hidroneumática, presentan como ventaja su gran capacidad de trabajo, al disponer de grandes depósitos y un alcance de la pulverización muy grande. Los inconvenientes están relacionados con esas mismas características: son equipos grandes, difíciles de guiar en los pequeños espacios de un invernadero y la uniformidad conseguida a lo largo del ancho de trabajo es muy baja.

Más novedosos son los equipos hidráulicos automotrices que se están ensayando (Medina et al., 2003) en los que los emisores de la pulverización son boquillas montadas en barras verticales. Los equipos comercializados presentan gran versatilidad pues, al igual que en las barras horizontales para cultivos bajos, se pueden montar diferentes modelos de boquillas (de abanico normalmente, antideriva..), alcanzar distintas alturas (hasta los 3,5 m), siempre que el conjunto sea estrecho para pasar entre las calles del cultivo (modelos de sólo 75 cm de ancho). La autonomía alcanzada con depósitos de 400 l es razonable. Merecería discutirse si es posible acoplar a estos equipos algún grupo generador de corriente de aire, por mínimo que fuera, para mejorar la penetración dentro del follaje, tal como existen en otros países. También parece factible incorporar un sistema de autoguiado, da-

das las formas regulares de cultivo dentro de un invernadero, lo que automatizaría por completo el tratamiento, con las ventajas en costo y seguridad que ello conlleva.

La revisión de pulverizadores en uso

Otra de las vías por las que se puede mejorar a mecanización de los tratamientos fitosanitarios es controlando que los equipos estén en buenas condiciones de mantenimiento. Esta idea viene manejándose desde hace bastantes años pero es solo en el último quinquenio cuando se concretando en España. La Norma superior que debe enmarcar en estos momentos las revisiones de pulverizadores es la Ley 43/2002 de Sanidad Vegetal. Los artículos que hacen referencia al tema son:

- el 24, punto 1: "... se inscribirán de oficio en el Registro Oficial de Productos y Material Fitosanitario adscrito al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación",
- el 41, punto 2: "quienes presten servicios de aplicación... deberán... disponer de los medios de aplicación adecuados y mantener un régimen de revisiones periódicas del funcionamiento de los mismos.",
- el 45, entre los puntos 1 y 2: "la comercialización de los medios de defensa fitosanitaria requerirá la comunicación previa al órgano competente... y cumplirá los requerimientos que reglamentariamente se establezcan ..., " y
- el 47, punto 3: "...las Administraciones públicas... designarán... centros de inspección técnica de los medios de aplicación, oficiales u oficialmente reconocidos, que sean apropiados para las revisiones periódicas...",

Todo ello permite concluir que, tras el oportuno desarrollo normativo, que debería producirse en el menor plazo posible, se conseguirá al menos que:

- los nuevos pulverizadores deberán certificarse por parte de los fabricantes cuando salgan al mercado,
- cada equipo deberá registrarse en el momento de su adquisición y
- las empresas de servicios estarán obligadas a revisar sus máquinas por un organismo competente.

Ello colocaría a nuestra normativa al mismo nivel que la de otros países europeos y podría hacerse más estricta en las Comunidades Autónomas que así lo decidieran.

■ La situación en horticultura se centra en las instalaciones cubiertas, se disponen en el mercado de una gran diversidad de equipamiento pero su uso está poco racionalizado

Pero no es esta la única legislación que hace referencia a las revisiones. Otra normativa que las recoge es la que regula la producción integrada. Lógicamente, si se pretende una producción que, sin perder productividad, sea respetuosa con el medio ambiente, la maquinaria utilizada debe estar en perfectas condiciones, lo que conlleva incluir la revisión entre las prácticas obligatorias. El Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas, recoge en el Anexo 1 las Normas generales de producción integrada. En el apartado VII A), Normas obligatorias de control integrado, se recoge:

i) La maquinaria utilizada en la aplicación de productos fitosanitarios.. deberá encontrarse en el adecuado estado de funcionamiento.

j) La maquinaria utilizada en los tratamientos fitosanitarios se someterá a revisión y calibrado periódico. La revisión se efectuará de conformidad con las disposiciones vigentes en la materia, al menos una vez cada cuatro años en un centro oficial o reconocido y todos los años por el productor.

También la normativa Eurepgap recoge aspectos relacionados con la revisión de pulverizadores. Entre los "Puntos de control y criterios de cumplimiento", se encuentra los siguientes:

8.H.1.1) ¿Se mantiene el equipo de aplicación de fitosanita-

PHEROBANK®

La colección de feromonas de alta calidad más grande del mundo
Disponibles más de 400 feromonas listas para ser utilizadas
25 años de experiencia nos avalan

OpenNatur, representante oficial de las feromonas de PHEROBANK

OpenNatur, S.L.
Juli Cèsar, 3
25003 Lleida
Tel. 973 289 309
Fax 973 289 508
www.opennatur.com
info@opennatur.com



rios en buenas condiciones?: La maquinaria utilizada para aplicar los productos fitosanitarios está en buen estado de reparación y con los registros actualizados de su mantenimiento, reparaciones, cambios de aceite, etc. realizados.

8.H.1.2) ¿Se calibra el equipo de aplicación de fitosanitarios anualmente?: La maquinaria de aplicación de productos fitosanitarios ha sido calibrada en los últimos doce meses y está certificada o documentada mediante un sistema oficial o por aquella persona que demuestre su competencia y conocimiento para llevarlo a cabo (comprobar existencia procedimiento).

8.H.2) ¿Participa el productor en un plan de calibración y certificación independiente?: El agricultor debe participar en un plan de calibración independiente y esto debe estar debidamente registrado.

Otra buena noticia es al llevarse a cabo revisiones de pulverizadores en toda Europa desde hace varios años, los distintos responsables han convenido en la necesidad de homogeneizar las medidas, la instrumentación y otros aspectos relacionados. Fruto de todo ello ha sido la promulgación de las normas:

- EN13790-1: Maquinaria agrícola - pulverizadores - inspección de pulverizadores en uso - Parte 1: pulverizadores para cultivos bajos.

- EN 13790-2: Maquinaria agrícola - pulverizadores - inspección de pulverizadores en uso. Parte 2: pulverizadores hidroneumáticos para arbustos y cultivos arboreos.

En bastantes comunidades autónomas ya funcionan equipos técnicos capacitados para la práctica de revisiones. Con diferentes sistemas de organización (a cargo de la Administración autonómica, por convenios de ésta con empresas públicas o privadas o con universidades..), estos equipos actúan coordinados y el número de equipos revisados va aumentando cada año.

La generalización del empleo del riego por goteo ha incentivado a su vez el empleo de herbicidas para el control de malas hierbas, sustituyendo las prácticas de laboreo del suelo. Ante el nuevo mercado, los fabricantes han respondido renovando la oferta de la maquinaria específica para este uso

Para saber más

- Bibliografía completa en www.horticom.com?56877.





Sistema de guiado automático AutoTrac

Disponible en una amplia gama de tractores John Deere

La rentabilidad de su negocio. Con independencia del tamaño de su negocio, o de sus tractores, su objetivo es siempre el mismo: obtener la máxima rentabilidad de sus inversiones en equipos.

Para ayudarle a obtener la máxima rentabilidad de sus inversiones en maquinaria, equipe su tractor John Deere serie 6020, 7020 u 8020 con el productivo sistema de guiado automático AutoTrac.

El sistema AutoTrac puede ayudarle a reducir la fatiga del operador durante las largas jornadas de trabajo en la cabina del tractor y a aumentar la precisión de cualquier tarea en la que sea necesario efectuar pasadas paralelas, ahorrándole tiempo, dinero, y haciendo más eficaz su trabajo.

Además, la pantalla GreenStar, el procesador móvil y el receptor Starfire pueden ser cambiados de un tractor John Deere a otro para aprovechar plenamente su inversión. **Acuda al concesionario de su zona hoy mismo y conozca todas las posibilidades del sistema AutoTrac.**



JOHN DEERE

TECNOLOGÍA RENTABLE

A 7415 ES