

NUEVAS TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN FITOSANITARIA EN FRUTALES DE HOJA CADUCA.

Zeballos, Roberto¹, Fasiolo, Carolina²; Zoppolo, Roberto²

¹Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección General de la Granja

²Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Las Brujas.

e-mail: rzoppolo@inia.org.uy

Introducción

En la actualidad, el desafío de una producción sustentable, el aumento en los costos de producción y la aparición de tolerancias de algunos patógenos a determinados productos, hace que enfoquemos nuestra atención en las técnicas de aplicación, de manera de aumentar su eficacia y precisión. Es conocida la performance deficitaria de los pulverizadores hidroneumáticos de flujo axial actualmente utilizados, en cuanto a la homogeneidad de cobertura en altura y profundidad que logran, aún utilizando boquillas de mayor caudal en la parte superior del arco. Esto lleva a los productores a realizar un mojado excesivo en la parte baja para poder alcanzar una buena cobertura en la parte alta de las plantas. Es así que se da un escurrimiento del caldo aplicado, lo que conlleva a la falla en el control y a que gran parte del producto termine depositado en el suelo. El tamaño de gota es un factor determinante para que el producto tenga su efecto en la superficie aplicada. Las gotas pequeñas son muy sensibles a la evaporación, varios trabajos consideran que, gotas de un diámetro de 50µm se evaporan en 3,5 segundos, si la temperatura es de 25° C y la humedad relativa del 60% durante la realización de un tratamiento fitosanitario (Porrás *et al.*, 2001).

A su vez las gotas pequeñas tienen una energía cinética muy baja, por lo que se les dificulta la penetración en la masa foliar, pudiendo quedar zonas más internas de la planta sin tratar. La velocidad de caída de estas gotas es muy pequeña, dando lugar a importantes problemas de desplazamiento en caso de que exista viento. Esto representa un riesgo ya que las gotas pueden ser arrastradas y no depositadas en el árbol, el cual quedará sin protección, y con posibilidad, además, de dañar cultivos vecinos o contaminar, fenómeno que se conoce con el nombre de deriva. Las consecuencias de esta ineficiente aplicación se tornan más relevantes, cuando se convive con la alta presión de enfermedades y altas poblaciones de insectos, favorecidas por las condiciones climáticas de nuestro territorio, como es el caso de *Venturia inaequalis* (Sarna del manzano) y *Cydia pomonella* (Carpocapsa).

A esta problemática se suma la importancia de los costos de los agroquímicos, factor que induce a buscar la mayor eficiencia posible en cada intervención que se deba realizar. Por otro lado, es creciente la preocupación mundial y nacional, por la contaminación ambiental generada por el uso de agroquímicos. Esto lleva a la necesidad de maximizar el uso eficiente de los mismos, reduciendo la deriva y el gasto de caldo por hectárea.

A nivel mundial para contribuir a solucionar ambos problemas se proponen, entre otras medidas y opciones, nuevas tecnologías de aplicación, entre ellas, las pulverizadoras de flujo tangencial o torre, que mejoran la homogeneidad de cobertura en altura y profundidad, debido a que uniformizan la distancia a recorrer por las gotas y el patrón de penetración a la planta. Por otro lado los picos antideriva o de aire inducido, transforman las gotas en burbujas de mayor tamaño lo cual reduce los problemas de deriva. Esas burbujas se rompen al chocar

contra el objetivo formando numerosas gotitas pequeñas. Esto permite mejorar la llegada del producto a la planta, reducir la deriva y el gasto de agua por hectárea, manteniendo una cobertura uniforme del cultivo.

En el marco del Acuerdo de Trabajo DIGEGRA – INIA en mecanización frutícola se han introducido al país las primeras pulverizadoras de flujo tangencial con picos antideriva, frente a lo cual la Asociación de Fruticultores de Producción Integrada (AFRUPI) manifestó su interés y co-financió el presente trabajo

Objetivo

Evaluar el desempeño en calidad de aplicación y eficacia en el control de las principales plagas y enfermedades, de un pulverizador hidroneumático de flujo tangencial con picos anti deriva en comparación con un pulverizador de flujo axial y picos comunes.

Materiales y Métodos:

El ensayo se divide en 3 etapas: en la primera se evaluó la cobertura de la aplicación en cada tratamiento y se cuantificó el depósito de plaguicidas en hoja. En una segunda etapa se evaluó la eficiencia en el control de plagas y enfermedades en fruta, y en una tercera etapa se comparó los dos tipos de boquillas en el equipo pulverizador de flujo tangencial. En los Cuadros 1 y 2 se detallan características de los equipos utilizados en la aplicación.

Cuadro 1. Características de los equipos pulverizadores.

Equipo pulverizador	Flujo tangencial	Flujo axial
Marca	Rocha	Eurotech
Modelo	Cronos	-----
Picos	Antideriva (18)	Común (14)
Turbina	80 cm	90 cm
Gasto (L.há ⁻¹) en entrefila de 4m	470	870
Gasto (L.há ⁻¹) en entrefila de 5m	380	700

Cuadro 2. Perfil de distribución de boquillas

En pulverizadora Rocha (flujo tangencial)	Picos antideriva (AITX)	Caudal (l/min)
	12	0,84
	4	1,3
En pulverizadora Eurotech (flujo axial)	2	1,79
	Picos comunes (AMT)	Caudal (l/min)
	10 (1.0mm)	2
	4 (1.2mm)	2,8

Etapas 1: Determinación de cobertura y depósito de plaguicida

Esta primera etapa del ensayo se llevó a cabo en un cuadro de Brasil Gala/M9, con un marco de plantación de 4 x 1,5 m. Se realizó una aplicación de insecticida, el producto utilizado fue Etilclorpirifos (Clorpirifos metil), la dosis aplicada fue de 2,4 L.há⁻¹ (la misma para los dos tipos de pulverizadora), a diferencia de los gastos que fueron 470 L.há⁻¹ en la pulverizadora de flujo tangencial Rocha y 870 L.há⁻¹ en la Eurotech. Cada tratamiento fue aplicado en una fila del cuadro, con una separación entre los tratamientos de 5 filas, para evitar que la posible deriva del producto generara interferencia en alguno de los tratamientos.

Para medir la cobertura y distribución del producto en la planta se colocaron tarjetas hidrosensibles (TSA) en 3 plantas al azar dentro de cada fila (tratamiento). Las mismas fueron ubicadas en diferentes puntos de exposición al producto (afuera y adentro de la planta), y a diferentes alturas (1,5 y 3,5 m del suelo). Las TSA fueron retiradas enseguida de la pulverización, y fueron analizadas visualmente y en una etapa posterior se analizaron mediante un software específico para este tipo de análisis.

Para la cuantificación del depósito de ingrediente activo en hoja, se recolectaron 4 muestras al azar en cada tratamiento, compuestas de 100 hojas tomadas de la mitad de rama del año de todas partes de la planta. Las muestras fueron inmediatamente llevadas al laboratorio del MGAP/DGSSAA, donde se sometieron al análisis de residuos, mediante la técnica de extracción con acetona-ultrasonido, determinando ppm de producto activo por peso de hoja.

Etapas 2: Evaluación en cosecha de la eficacia del control sanitario

En la segunda parte se seleccionaron dos cuadros de manzanos Top Red, con una distancia entre filas de 5 metros. Durante el periodo comprendido entre el 23 de setiembre y el 20 de diciembre, en uno de los cuadros se utilizó como equipo pulverizador la Rocha con boquillas antideriva (AITX) y un gasto de caldo de 380 L.há⁻¹. En el segundo cuadro se utilizó el pulverizador de flujo axial (Eurotech) con boquillas comunes (AMT) y un gasto de 700 L.há⁻¹. En la pulverizadora de flujo tangencial se redujo en un 10 % la dosis de plaguicida utilizado por hectárea. Al momento de la cosecha se seleccionaron 4 plantas al azar en cada cuadro para evaluar el estado sanitario de la fruta, en especial en lo que respecta a “sarna del manzano” (*Venturia inaequalis*), carpocapsa (*Cydia pomonella*) y grafolita (*Cydia molesta*). Cabe destacar que todo el predio contaba con confusión sexual para estas dos últimas plagas.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico InfoStat realizando un análisis de varianza y prueba Tukey ($p \leq 0,05$).

Etapas 3. Efecto del tipo de boquilla en el pulverizador de flujo tangencial.

En una etapa posterior se probó nuevamente el equipo pulverizador Rocha, variando el predio, la especie y los marcos de plantación. En este caso se utilizó un monte adulto de peral, con altura promedio de planta de 4 metros, distancia de entrefila de 4 metros y ancho de canopia de 2 metros, conducido en solaxe. Las aplicaciones se realizaron con el mismo tractor, con una velocidad de avance de 4,2 km/h y una presión de trabajo de 15 bar. El gasto fue de 650 L.há⁻¹.

Resultados y Discusión

Análisis de cobertura

Del análisis visual de las TSA se destaca la gran homogeneidad de la aplicación realizada con el equipo Rocha-AITX, que contrasta con la heterogeneidad en la distribución del producto que presentó el pulverizador Eurotech-AMT, tanto entre sectores de la planta como entre plantas.

En la Figura 1 se observa una muestra de las tarjetas hidrosensibles luego de la aplicación con ambos pulverizadores.

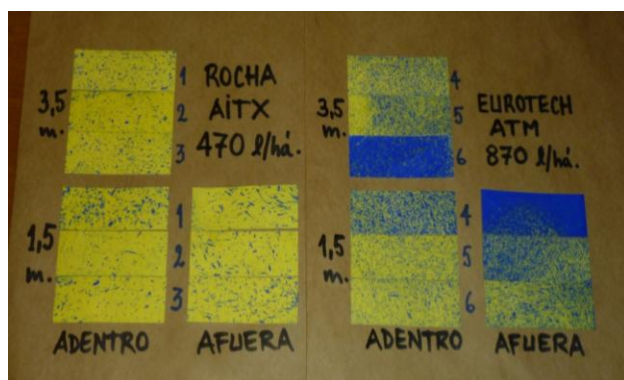


Figura 1. Detalle de las tarjetas TSA luego de la aplicación con los dos equipos pulverizadores, números del 1 al 6 indican plantas distintas.

Las TSA correspondientes al equipo Eurotech-AMT, muestran claramente la variación en la distribución del producto en la planta, en donde al menos 2 tarjetas de 9, llegaron a “punto de goteo”, lo que representa exceso de mojado con posible escurrimiento y cobertura defectuosa. Como se mencionaba anteriormente las gotas pequeñas representan un riesgo, ya que éstas pueden ser arrastradas y no depositadas en el árbol, el cual quedará sin protección, y con posibilidad, además, de dañar cultivos vecinos o contaminar, a través de la deriva. En el Cuadro 3 se presentan los datos analizados por el software StainMaster de las imágenes escaneadas de las TSA.

El equipo Eurotech-AMT produjo un excesivo número de gotas, más de 300 gotas/cm² diferenciándose estadísticamente del equipo Rocha con boquillas antideriva cuyo máximo fue de 117 gotas/cm². Todas las tarjetas del equipo Rocha-AITX muestran una cobertura aceptable, entre 90 y 120 gotas/cm², valores que si bien superan a las 50-70 recomendadas para fungicidas, no dejan de estar en un valor razonable. En el análisis de la pulverizadora de flujo axial se observa que los valores han excedido los estándares y cantidades recomendadas. Esta diferencia se traduce en un mayor volumen de caldo aplicado con Eurotech-AMT por hectárea, lo que hace que muchas de las gotas se superpongan y se llegue al punto de goteo. Cabe resaltar que el gasto de caldo por há de este equipo, fue menor al promedio utilizado por la mayoría de los productores, por lo que se debería esperar que a nivel de la producción actual la situación sea aún más grave que la alcanzada en el presente ensayo.

Cuadro 3. Resultados del análisis de las TSA, Gotas /cm² según equipo pulverizador y ubicación en la planta.

Equipo	Boquilla	l/há	Altura (m)	Ubicación	Gotas /cm ²
Eurotech	AMT	870	1,5	Afuera	496 a
Eurotech	AMT	870	3,5	Adentro	475 a
Eurotech	AMT	870	1,5	Adentro	313 ab
Rocha	AITX	470	1,5	Adentro	117 bc
Rocha	AITX	470	3,5	Adentro	96 c
Rocha	AITX	470	1,5	Afuera	94 c

Medias con una letra en común no son diferentes significativamente con 95% de probabilidad.

En cuanto al análisis de depósito de ingrediente activo en hoja, no se encontraron diferencias significativas para las dos pulverizadoras evaluadas (Cuadro 4). Este resultado podría estar relacionado con la mejor distribución generada por las pastillas antideriva y a que también por esa mejor distribución no se dan zonas con exceso de caldo y el consecuente escurrimiento y pérdida de producto.

Cuadro 4: Concentración en hojas de Etilclorpirifos para cada tratamiento (n=1 compuesta con 100 hojas).

Muestra	L.há ⁻¹	Etilclorpirifos en hoja (ppm)
Rocha-AITX	470	36,75 a
C.V %		14
Eurotech-AMT	870	39,05 a
C.V %		9

Medias con una letra en común no son diferentes significativamente con 95% de probabilidad.

Este resultado confirma que es posible reducir el gasto de agua por hectárea y mejorar la cobertura de la aplicación sin disminuir la cantidad de producto que llega a la planta para realizar un buen control.

Resultado sanitario

Evaluada la totalidad de frutos de plantas seleccionadas al azar, no se encontraron daños de “sarna del manzano” (*Venturia inaequalis*) ni daños de “carpocapsa” (*Cydia pomonella*) o “grafolita” (*Cydia molesta*), en ninguno de los dos tratamientos de aplicaciones. Dado que el ensayo fue realizado en un predio comercial, no se contó con testigo sin aplicación de agroquímicos para contrastar con los tratamientos. De los datos de otros productores de la zona y a juzgar por los valores de parámetros agroclimáticos, no quedan dudas que durante la temporada se dieron las condiciones necesarias tanto para el desarrollo de estas plagas como para la proliferación de enfermedades.

Resultados del efecto del tipo de boquilla utilizado.

Los resultados obtenidos confirman los de la temporada anterior, queda comprobado que las boquillas anti-deriva producen una mejor cobertura en la aplicación, determinada principalmente por un menor número y mejor distribución de gotas por unidad de superficie.

En cuanto a los resultados de la aplicación realizada con el equipo Rocha, se observa que el diámetro de gota no tuvo diferencias significativas entre los dos tipos de boquillas comparadas. En cambio cuando nos referimos al número de gotas/cm², vemos que la boquilla antideriva presenta un número significativamente menor en comparación con las AMT.

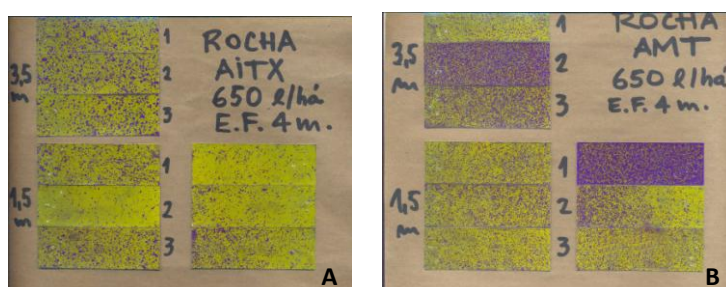


Figura 2. Perfil de cobertura en TSA en pulverizador de flujo tangencial con boquilla antideriva (A) y con boquilla común (B).

En el Cuadro 5 se presentan los datos analizados con el software StainMaster, con el cual se analizó el número de gotas por centímetro cuadrado (Gotas/cm²), y el diámetro medio (DM) en micras de las gotas. Estos resultados mantienen la misma tendencia del año anterior, en los cuales las boquillas AMT tienden a mojar en exceso en comparación con las boquillas antideriva. Comparando los dos tipos de boquillas se observa un mayor número de gotas/cm² en ambos tratamientos en comparación a la temporada anterior, esto se debe principalmente a un mayor volumen de caldo aplicado, a su vez las boquillas AMT, produce en algunos casos, superposición de gotas con la consecuencia de que la aplicación supera el “punto de goteo”.

Cuadro 5: Resultados de la aplicación con pulverizador de flujo tangencial (Rocha) según tipo de boquilla con entrefila de 4 metros.

Pulverizador	Boquilla	Gasto l/há	Ubicación (metros de altura)	Gotas/cm ²	DM (μ)
Rocha	AMT	650	1,5	338 a	156 a
Rocha	AMT	650	1,5 Afuera	307 ab	189 a
Rocha	AMT	650	3,5	297 abc	188 a
Rocha	AITX	650	1,5	213 bc	163 a
Rocha	AITX	650	1,5 Afuera	199 bc	137 a
Rocha	AITX	650	3,5	184 c	183 a

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Conclusiones

Las evaluaciones iniciales de las dos tecnologías propuestas, mostraron resultados positivos y alentadores. La pulverizadora de flujo tangencial con picos antideriva permitió reducir en un 46 % el gasto de agua por há (desde 870 l/há hasta 470), mejorando la cobertura y sin afectar el depósito de plaguicida en hoja. A nivel de resultado sanitario final, esta nueva tecnología permitió reducir un 10 % la dosis de productos fitosanitarios por hectárea, sin afectar la efectividad en el control. A su vez, aumentó la eficiencia en el uso de agua, con un menor uso de combustible y menor tiempo de operación para esta actividad.

Las boquillas AMT siguen mostrando su tendencia a heterogeneidad en el caudal y la distribución que lleva a mojar en exceso con superposición de gotas, mientras que las boquillas antideriva parecen tener una cobertura más eficiente con menor número de impactos/cm². Los resultados obtenidos demuestran la performance superior de las pulverizadoras de flujo tangencial con picos antideriva, siendo una evidente ventaja el incorporar esta nueva combinación de tecnologías a los sistemas productivos frutícolas.

Agradecimientos: A los Productores Raúl Calcagno y Miltón Gabarrín, por su colaboración y tiempo dedicado.

Bibliografía

Porras Piedra A, Porras Soriano A. 2001. Tecnología de la pulverización de productos fitosanitarios; Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba; España. pp 87-103.