



NUEVAS TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN FITOSANITARIA EN FRUTALES DE HOJA CADUCA

Ing. Agr. Roberto Zeballos¹,
Ing. Agr. Carolina Fasiolo²,
Ing. Agr. (PhD) Roberto Zoppolo²

¹ Dirección General de la Granja, MGAP

² INIA

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desafío de una producción sustentable e inocua va haciéndose eco en casi todos los rubros productores de alimentos. La fruticultura nacional no es ajena a esta realidad, siendo una de las pioneras en tratar de disminuir el uso de productos fitosanitarios e incentivar y capacitar a los productores a utilizar otras medidas de control de menor impacto ambiental y humano. Un ejemplo de esto es la Producción Integrada de Frutales, definida por Cross *et al.*, en 1994 como “la producción económica de fruta de alta calidad dando prioridad a métodos más seguros, minimizando los efectos colaterales no deseables del uso de agroquímicos, dando énfasis a la protección del medio ambiente y la salud humana”. En este marco, y gracias al trabajo en

conjunto de varias instituciones, es que se lleva a cabo desde hace tres años el Programa de Manejo Regional de Plagas en frutales de hoja caduca, que utiliza como uno de los pilares la confusión sexual para el control de los principales insectos plaga (‘carpocapsa’ y ‘grafolita’), abarcando casi la totalidad de la superficie destinada a la producción comercial de estos rubros.

Siguiendo con esta línea, y apuntando a reducir el impacto de las aplicaciones de fitosanitarios, tanto para el control de enfermedades como de otras plagas de importancia, se ha puesto más énfasis en ajustar las tecnologías de aplicación actualmente utilizadas.

El aumento en los costos de producción y la aparición de tolerancia de algunos patógenos a determinados

productos, son factores que importan a la hora de ajustar la eficiencia y precisión de la aplicación fitosanitaria.

En las condiciones agroclimáticas de Uruguay, el control de plagas y enfermedades en frutales se realiza con productos fitosanitarios aplicados mediante pulverizadoras de flujo de aire axial. La dificultad para lograr homogeneidad de cobertura y la excesiva deriva de este tipo de pulverizadoras ha llevado a los productores a utilizar boquillas de mayor caudal, realizando un mojado excesivo en la parte baja para poder alcanzar una buena cobertura en las partes altas e internas de las plantas, dándose en algunos casos escurrimiento del caldo aplicado hacia el suelo. Esta distribución desuniforme puede provocar fallas en el control y favorecer la aparición de formas resistentes en plagas y enfermedades.

En el mundo se han desarrollado nuevas tecnologías que ayudan a disminuir las limitantes de los pulverizadores axiales. Entre estas se han propuesto nuevos modelos de pulverizadoras que tienden a realizar una aplicación más homogénea, sumado al efecto de la utilización de boquillas de aire inducido que reducen la deriva.

El tamaño de gota es uno de los factores que determinan la llegada del producto a la planta y que éste logre su efecto en la superficie aplicada. Las gotas pequeñas son muy sensibles a la evaporación, varios trabajos consideran que gotas de un diámetro de $50\mu\text{m}$ 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 (Porras *et al.*, 2005). A su vez tienen una energía cinética y velocidad de caída 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 baja velocidad de caída de estas gotas puede dar lugar a importantes problemas de desplazamiento en caso de que exista viento, siendo las gotas arrastradas más allá del cultivo objetivo, con la posibilidad de dañar cultivos vecinos o contaminar, fenómeno conocido con el nombre de deriva.

La consecuencia de esta ineficiente aplicación toma relevancia cuando se convive con 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').

Las nuevas tecnologías de aplicación, entre ellas las pulverizadoras de flujo tangencial, mejoran la homogeneidad de cobertura en altura y profundidad, debido a que uniformizan la distancia a recorrer por las gotas. 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. Estas burbujas se rompen al chocar contra el objetivo, formando numerosas gotitas pequeñas, lo que permite mejorar la llegada del producto a la planta, reduciendo la deriva y

haciendo posible manejar un menor gasto de agua por hectárea.

En el marco del Acuerdo de Trabajo DIGEGRA – INIA en mecanización frutícola, se han introducido al país las primeras pulverizadoras de flujo tangencial, para poder validar esta tecnología en nuestras condiciones. La Asociación de Fruticultores de Producción Integrada (AFRUPI), interesada en este tema, se sumó para colaborar y financió parte del presente trabajo.

El objetivo fue comparar en condiciones de cultivo comercial dos pulverizadores, uno de flujo axial y otro de flujo tangencial. El ensayo consistió en comparar los dos equipos con dos tipos de pico aplicador cada uno durante dos temporadas consecutivas (2013/2014 y 2014/2015).

Las evaluaciones se dividieron en dos etapas, en la primera se evaluó la cobertura de aplicación de los dos pulverizadores, combinados con dos tipos de pico pulverizador y se cuantificó el depósito de producto en hoja. En una segunda etapa se evaluó la eficiencia en el control de plagas y enfermedades, midiendo la incidencia de las mismas en fruta.



Figura 1 - Imágenes de los equipos pulverizadores A) equipo pulverizador de flujo axial, B) equipo pulverizador de flujo tangencial.

El ensayo se llevó a cabo en un cuadro de manzana Brasil Gala sobre portainjerto M9, con un marco de plantación de 4 x 1,5 metros. Para medir la cobertura y distribución del producto en la planta se colocaron tarjetas hidrosensibles (TSA) en cada fila correspondiente a los tratamientos. Las mismas fueron ubicadas en diferentes puntos de exposición al producto (interior y exterior de la planta), y a diferentes alturas (a 1,5 y 3,5 m del suelo), realizando tres repeticiones por cada tratamiento. Las TSA fueron retiradas enseguida de la pulverización y analizadas mediante el software específico para este tipo de tarjetas.

Para determinar si la concentración del producto activo que quedaba sobre la superficie de las hojas variaba según el equipo pulverizador utilizado, se realizó la evaluación aplicando un insecticida. El producto utilizado fue etilclorpirifos y la dosis aplicada fue de 2,4 L/ha para ambos equipos pulverizadores. El gasto de caldo por hectárea varió de 870 L/ha en el pulverizador de flujo axial (marca Eurotech) a 470 L/ha en el pulverizador de flujo tangencial (marca Rocha). Durante las evaluaciones se monitorearon las condiciones ambientales a la hora de la aplicación, las que estuvieron dentro del rango adecuado para un buen tratamiento fitosanitario.

Para evaluar la eficacia del control sanitario, se seleccionaron dos cuadros de manzanos Top Red, con una distancia de entrefila de 5 m. En uno de los cuadros desde el mes de setiembre (comienzo del ciclo vegetativo de la planta) hasta el mes de diciembre, se utilizó el pulverizador de flujo axial (Eurotech) con boquillas comunes (AMT) y el gasto fue de 700 L/ha. En el segundo cuadro se utilizó el pulverizador Rocha con boquillas antideriva (AITX) y un gasto de caldo de 380 L/ha.

En las aplicaciones con el pulverizador de flujo tangencial se redujo la dosis por hectárea de los productos utilizados, tanto para el control de enfermedades como de plagas, en un 20%, por concepto de menor concentración en el caldo y por ajustes en el volumen de caldo utilizado por hectárea.

Al momento de la cosecha se monitorearon 400 frutos al azar en cada cuadro y se evaluó la incidencia de plagas y enfermedades, en especial los daños provocados por sarna del manzano (*Venturia inaequalis*), carpocapsa (*Cydia pomonella*) y grafolita (*Grapholita molesta*).

RESULTADOS

Etapa 1: Determinación de cobertura y cuantificación de producto en hoja

Los perfiles de distribución del producto, en los dos años de prueba, mostraron diferencias entre los equipos utilizados. La deficiencia de cobertura que presentan los pulverizadores de flujo axial queda evidenciada cuando se hace un primer análisis visual de las TSA. Un gran porcentaje de las tarjetas que fueron expuestas a la pulverización con este equipo presentaron sobrecarga de impactos, lo que dificultó la determinación del tamaño y número de gotas por unidad de superficie, mientras el resto estuvo dentro de un nivel aceptable. Precisamente, este excesivo mojado se generó al calibrar la aplicación como para alcanzar el mojado adecuado en el resto de la planta.

La variación en la distribución del producto, consecuencia de un mojado excesivo de las partes bajas y externas de la planta ("punto de goteo"), representa un factor de riesgo que puede generar fallas en el control, comprometiendo la eficiencia de la aplicación.

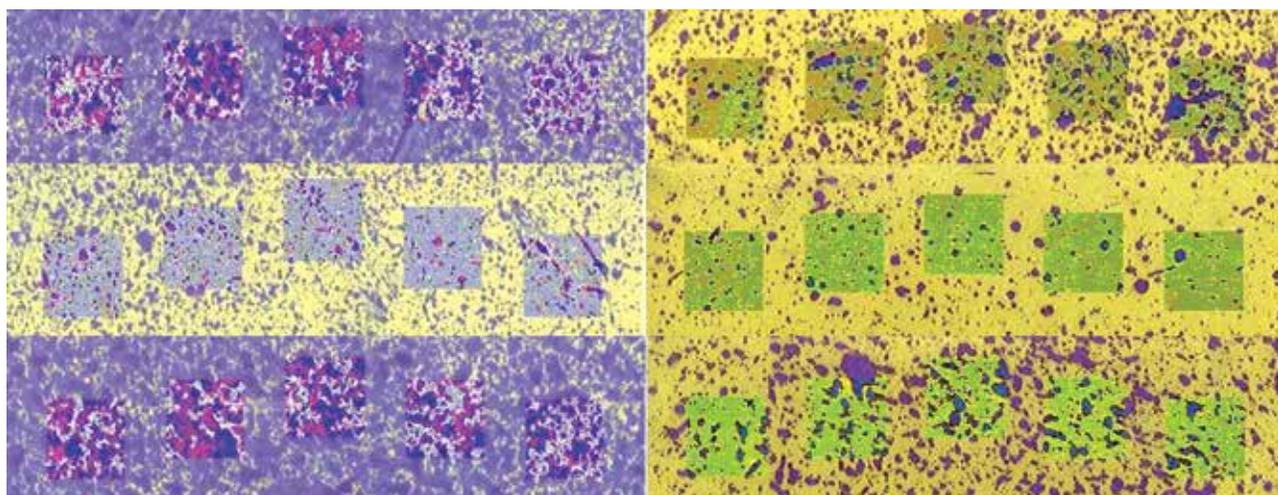


Figura 2 - Perfil de distribución de producto con pulverizador axial y picos comunes (Columna izquierda), pulverizador flujo tangencial y picos antideriva (Columna derecha), a diferente altura de planta; superior: 3 m de altura, medio: 1,5 metros en el interior de la planta, abajo: 1,5 m parte expuesta.

Cuadro 1 - Número de gotas/cm² según equipo pulverizador y posición en la planta

Equipo	Boquilla	Gasto (L/ha)	Altura (m)	Posición en planta	Gotas /cm ²
Axial	AMT	870	1,5	Expuesta	496 a ²
Axial	AMT	870	3,5	Expuesta	475 a
Axial	AMT	870	1,5	Interior	313 ab
Tangencial	AITX	470	1,5	Expuesta	94 c
Tangencial	AITX	470	3,5	Expuesta	96 c
Tangencial	AITX	470	1,5	Interior	117 bc

²Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas (Tukey, p≤ 0.05)

Las tarjetas hidrosensibles que pudieron ser analizadas dieron datos consistentes en relación a la cobertura de la aplicación medida como el número de gotas por cm², siendo significativamente diferente la cobertura en altura y el interior de la planta.

El número de impactos fue significativamente mayor utilizando la combinación Eurotech-AMT en comparación con el equipo Rocha-AITX, en este caso debido principalmente a un mayor gasto de caldo por hectárea. En el segundo año de ensayo, además de ver el efecto de los dos tipos de boquillas por separado, se realizó un tratamiento en donde se combinaron ambos tipos de boquilla en cada equipo pulverizador.

El efecto de la combinación, si bien disminuyó levemente el número de gotas por superficie respecto del tratamiento sólo con AMT, no logró diferenciarse estadísticamente. La utilización de boquillas antideriva en la totalidad del arco sería la opción para lograr reducir el número de impactos, lo que mejoraría la cobertura impidiendo la superposición de gotas (Cuadro 1).

El diámetro de gotas no tuvo diferencias significativas entre los equipos y boquillas analizadas. Fisher *et al.*, (1974) determinaron que con gotas menores a 200 µm no se obtiene una mejor eficiencia de control incrementando la densidad de gotas. Otros trabajos afirman que manteniendo constante la dosis y la concentración, el

tamaño de gota tiene poco efecto sobre la mortalidad de *Tetranychus urticae* (Hall *et al.*, 1978).

Si bien el diámetro de gota promedio de la población no tuvo diferencias significativas entre los tipos de boquillas, la distribución de los diámetros de toda la población de gotas fue diferente para las dos situaciones comparadas (Figura 3). El 70% de las gotas producidas por la pulverización con el equipo Rocha-AITX presentaron tamaños entre 100-150 µm, lo que expresa una gran uniformidad en el diámetro de gota. En cambio, la población de gotas correspondiente a la aplicación con el pulverizador de flujo axial y boquillas comunes, fue más heterogénea en la distribución de los diámetros, llegando a un 70% de las gotas entre 100-200 µm y 20% entre 250-350 µm.

En cuanto a los resultados de depósito de plaguicida en hoja, no hubo diferencias significativas entre tratamientos en las dos temporadas. Estos resultados reafirman que es posible reducir el gasto de agua por hectárea sin afectar la concentración del producto en hoja.

Cuadro 2 - Concentración de Etilclorpirifos en hoja, promedio por planta según tratamiento.

Tratamiento	Zafra 2013-2014	Zafra 2014-2015
Axial- AMT	39,0	42,6
Tangencial- AITX	36,8 ns ²	41,8 ns

²Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas (Tukey, p≤ 0.05)

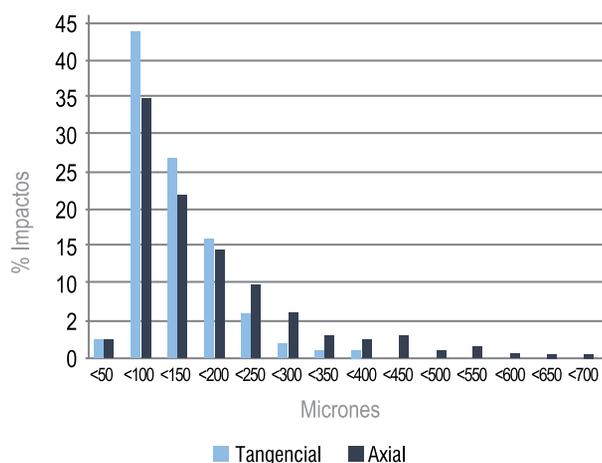


Figura 3 - Caracterización de la población de gotas del pulverizador axial y boquillas comunes y el pulverizador tangencial y boquillas AITX.

Analizando el coeficiente de variación entre muestras, los tratamientos realizados con la pulverizadora axial, tuvieron coeficiente de variación más alto (70%) que los obtenidos con el pulverizador tangencial (33%).

Esto coincide con los resultados de cobertura, en donde la pulverización con el equipo axial sobre aplica las zonas más bajas de la planta, y sub-aplica en las zonas más altas, efecto que no se da en el pulverizador tangencial.

En cuanto al resultado sanitario, en la primera temporada en los montes de manzanos pulverizados con el equipo de flujo tangencial se pudo reducir en un 15% la dosis promedio de producto fitosanitario por hectárea, obteniendo buenos resultados en sanidad que no difirieron con los del pulverizador axial.

En la segunda temporada se repitió la reducción de dosis. Si bien fue una temporada extremadamente lluviosa, el resultado fue positivo a pesar de estar aplicando 15% menos de producto. De los datos de otros productores de la zona y a juzgar por los valores de parámetros agroclimáticos, no quedan dudas que durante las dos temporadas se dieron las condiciones necesarias tanto para desarrollo de sarna del manzano como para ataques de carpocapsa y grafolita.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que la combinación del equipo pulverizador de flujo tangencial con picos antideriva permitió reducir en un 54% el gasto de agua por hectárea (desde 870 a 470 L/ha), mejorando la cobertura y distribución del producto en la planta, sin afectar la concentración de principio activo en hoja.

Las boquillas antideriva producen una mejor cobertura de aplicación, determinada principalmente por un menor número mayor homogeneidad de tamaño así como una mejor distribución de gotas por unidad de superficie. Las boquillas AMT siguen mostrando su tendencia a la heterogeneidad en la distribución del producto, que lleva a mojar en exceso con superposición de gotas.

La utilización de esta nueva tecnología tiende a minimizar los problemas de los pulverizadores axiales, contribuyendo a disminuir los costos dada la mejora en calidad de la aplicación, con disminución de los volúmenes de caldo empleados por hectárea y dosis de producto, sin afectar la sanidad de los cultivos. 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.

Los beneficios tienden a ayudar al productor a reducir costos manteniendo la sanidad de los montes a la vez de disminuir el impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Cross JV y Dickler E. 1994. Guidelines for Integrated Production of Pome Fruits in Europe. IOBC Technical Guide III. 2ª ed. Bologna. 17 (9) 40p.

Fisher R, Menzies D, Herne D, Chiba M. 1974. Parameters of Dicolfol spray deposit in relation to mortality of european red mite. Journal of Economic Entomology 67 (1): 124-126

Magdalena JC. 2009. Efecto de la utilización de pulverizadores de flujo transversal e hidroneumático tradicional sobre la calidad de los tratamientos fitosanitarios en manzanos (*Malus domestica*, Borkh). [Tesis de Doctorado]. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. 124p.

Hall F, Reichard D. 1978. Effects of spray droplet size, dosage, and solution per ha rates on mortality of two-spotted spider mite. Journal of Economic Entomology. 71 (2): 279-282.

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.

AGRADECIMIENTOS

A los productores Raúl Calcagno y Milton Gabarrín, por su colaboración y tiempo dedicado.

