

**ASPECTOS QUE CONDICIONAN LA CORRECTA APLICACIÓN DE
AGROQUÍMICOS EN FRUTICULTURA**

Carlos Magdalena ¹

Alcides Di Prinzio ²

Sergio Behmer

La aplicación de agroquímicos en fruticultura tiene como objetivos el control de plagas, enfermedades, desórdenes nutricionales y regular químicamente el crecimiento y el desarrollo. Una aplicación incorrecta de agroquímicos puede traer aparejada una merma en la calidad y cantidad de la producción o una respuesta inadecuada de crecimiento y/o desarrollo de un cultivo.

La necesidad de obtener niveles de plagas compatibles con las exigencias de los mercados internacionales, junto al elevado costo del control sanitario, la necesidad de disminuir el nivel de residuos sobre los frutos y la contaminación del medio ambiente y el cuidado de la salud humana, que son prioritarios en la actualidad, ponen en evidencia la importancia de proceder a mejorar la eficiencia en la aplicación de agroquímicos.

La aplicación de agroquímicos se encuentra afectada por los siguientes factores:

1 - Condiciones climáticas

La cantidad y distribución de depósitos de un producto sobre un objetivo, está ligado a las condiciones climáticas vigentes en el momento de efectuar el tratamiento.

Temperatura elevada, baja humedad relativa e intensidad y dirección del viento, tienen influencia directa sobre la eficiencia en la aplicación de agroquímicos

Debido a que la fruticultura Argentina se desarrolló en muchos casos en regiones con Clima árido las condiciones climáticas desfavorables son un motivo frecuente en el fracaso de control de plagas y enfermedades.

El productor identifica fácilmente el efecto causado por el viento en la aplicación sin embargo no valoriza convenientemente el efecto de la evaporación de la pulverización.

El efecto de la evaporación es más notorio en las partes más alejada de los árboles ya que las gotas se evaporan más cuanto más trayecto deben recorrer. Además estas pérdidas se incrementarán a medida que disminuye el diámetro de gotas de pulverizadas y con la disminución de la Humedad

¹ Doctor Ingeniero Agrónomo. INTA – Estación Experimental Alto Valle. CC 782 (8332) Gral. Roca – Río Negro – Argentina – cmagdalen@correo.inta.gov.ar

² Facultad de Ciencias agrarias Universidad Nacional del Comahue - Argentina

Relativa Ambiente.

El período de tiempo durante el cual se dan condiciones ambientales adecuadas para la aplicación se denomina ventana de tratamientos. En la definición de este período se debe considerar el tipo de equipo de aplicación utilizado, el tamaño del monte, el sistema de conducción y las características propias de cada zona, no siendo extrapolable los datos de una zona a otra.

2 - Las características del cultivo

Una aplicación eficiente de agroquímicos está condicionada por la densidad foliar. Esta varía de acuerdo al género, especie, cultivar y portainjerto del cultivo. Además también influyen el estado fenológico, el sistema de conducción y la poda.

Una elevada densidad del follaje y/o altura excesiva de los árboles por deficiencias de poda y conducción o un raleo inadecuado traerán aparejados una gran variabilidad en la distribución de los depósitos de agroquímicos.

Un árbol con elevada densidad foliar presentará mayor cantidad de depósitos de agroquímicos en la parte exterior, por deficiencias en la penetración. Por otra parte los depósitos disminuirán con la altura, es decir que los árboles de gran porte presentarán menores tenores de residuos en su parte alta.

3 - Tasa de Aplicación

En la década del '80 en EEUU y posteriormente en la Norpatagonia se propuso el concepto de volumen de la fila de árboles (TRV) para determinar la tasa de aplicación de agroquímicos y consecuentemente estimar la dosis de producto según las características de cada monte frutal en aplicaciones diluidas. Se consideró que el volumen ocupado por el follaje puede ser estimado asumiendo que cada fila es un paralelepípedo continuo. De tal modo que en las condiciones del Alto Valle de Río Negro en Argentina se determinó que para realizar una aplicación en montes frutales de manzanos, hasta punto de goteo es necesario 1 litro de agua para cubrir $10,67 \text{ m}^3$ de follaje ($0,0937 \text{ L/ m}^3$).

En la actualidad el método TRV es el más usado en el mundo para determinar la tasa de aplicación en frutales y consecuentemente la dosis por hectárea, muchos centros de investigación y extensión realizan ajustes para la adaptación local de este modelo. Últimamente, El concepto de TRV fue incluido en las recomendaciones para la protección de cultivos de la Estación Federal de Investigaciones Suiza y en las guías para la producción integrada.

Sin embargo es oportuna hacer la salvedad que el proceso de aplicación de agroquímicos es complejo y es afectado por muchas variables; ambientales, físicas y biológicas y que el cálculo del

"TRV" no las tiene en cuenta. No obstante, es una excelente guía para los productores para determinar la cantidad de materia activa a aplicar por hectárea.

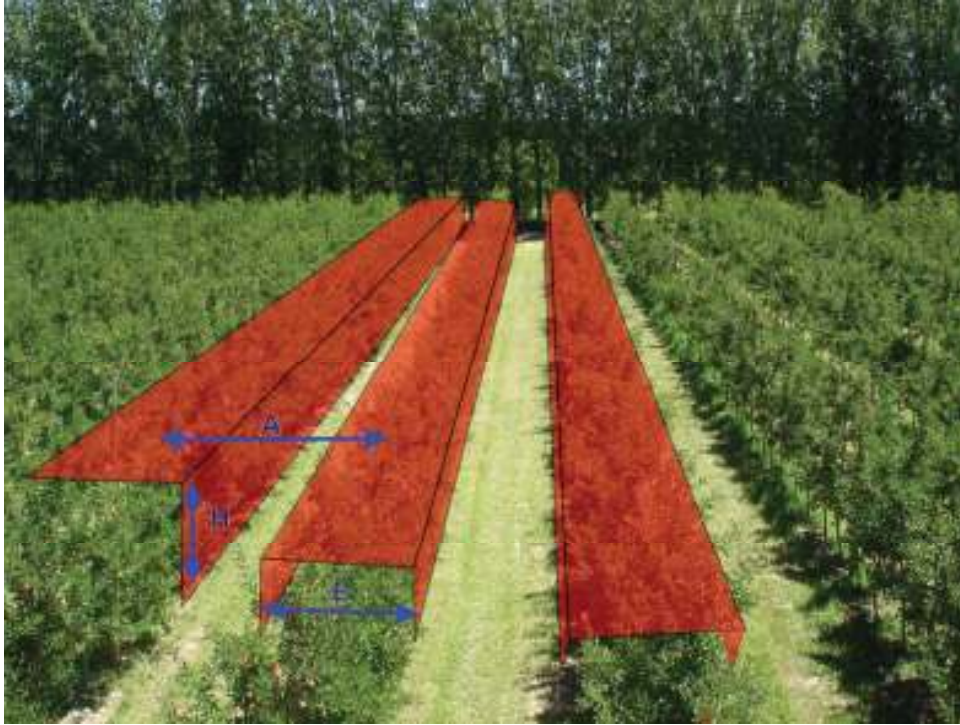


Figura 1: Esquema de monte frutal para el cálculo del TRV

$$TRV = \frac{e * H * 10.000}{A}$$

$$Q = TRV * V_a * i$$

Donde:

TRV: Volumen de la fila de los árboles (m³.ha⁻¹)

e: Espesor de la fila de árboles (m)

H: Altura de la fila de árboles (m)

A: Distancia entre filas (m)

Q: Tasa de aplicación (L/ha)

V_a: Volumen de líquido por unidad de volumen de árbol (L.m⁻³)

i: Índice de ajuste de densidad foliar (0,7 a 1)

10.000: factor de conversión de unidades

4 - La pulverizadora

El funcionamiento de los equipos de aplicación hidroneumática, utilizados en fruticultura, están basados en la división de una vena líquida y en el transporte de las gotas hasta la superficie a tratar por medio de la corriente de aire generada por un ventilador axial.. Una aplicación ideal de agroquímicos sería aquella que permitiera obtener el depósito de una cantidad uniforme del producto en todos los sectores del árbol. Las características técnico-operativas de los equipos inciden directamente sobre este proceso. A continuación se mencionan y desarrollan los aspectos que se consideran más importantes.

4.1 - Flujo de aire

El flujo de aire que eroga la pulverizadora debe garantizar el transporte del agroquímico a todos los sectores del árbol. El flujo debe estar dotado de una cierta velocidad y turbulencia, de tal forma que tenga capacidad de transportar la pulverización al interior de la copa, pero evitando superar una velocidad crítica, para permitir la adhesión de las gotas a la vegetación y de esta forma minimizar la deriva

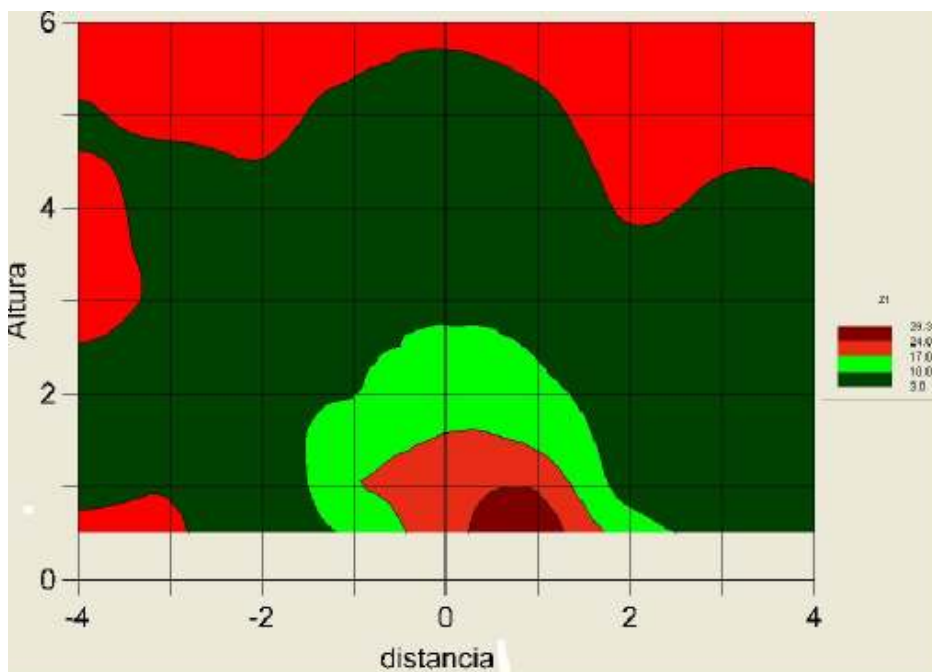


Figura 2: Perfil anemométrico de un pulverizador

4.2 - Volumen de líquido pulverizado

El caudal de líquido que eroga la pulverizadora está definido por las boquillas y por la presión de servicio. Las boquillas más frecuentemente utilizadas son las de cono (pueden ser cono lleno o hueco). La presión de servicio no debe superar valores de 300 PSI (alrededor de 2000 kPa) debido a que:

- Las presiones elevadas no mejoran la penetración y el alcance a las partes altas del árbol ya que el flujo de aire es el que debe garantizar este proceso.
- El aumento de la presión en forma excesiva provoca gran cantidad de gotas pequeñas que quedan sujetas al proceso de evaporación y deriva.
- La operación con presión elevada provoca un consumo innecesario de potencia (consecuentemente de combustible) y favorece el desgaste prematuro de bomba, válvula reguladora de presión y boquillas.

La elección de la velocidad de avance adecuada con los aspectos mencionados anteriormente, definirán la tasa de aplicación (l/ha)

4.3. - Sistemas de agitación

Una aplicación eficiente no solo debe considerar una tasa adecuada en l/ha distribuida correctamente, sino que además el caldo debe tener una concentración constante, cualquiera sean las condiciones operativas. El elemento que permite alcanzar este objetivo es un sistema de agitación eficiente.

En las pulverizadoras hidroneumáticas utilizadas en nuestro país se emplean agitadores mecánicos y en menor medida hidráulicos. De todos modos, cualquiera sea el sistema de agitación es importante considerar el correcto mantenimiento para tener garantía de los resultados esperados.

4.4 - Distribución vertical

la disposición de las boquillas es el proceso más subjetivo de la calibración de pulverizadoras. Si bien la distribución de las boquillas y su orientación no provocan una variación importante en el total de depósitos por árbol, influye directamente sobre la uniformidad de distribución del agroquímico en los distintos sectores del árbol

Por lo mencionado, es necesario realizar controles permanentes con tarjetas hidrosensibles en diferentes sectores del árbol y proceder a los ajustes necesarios para lograr una correcta distribución. Es común observar en la información para productores procedentes de EE. UU. la propuesta de Brann, J. L. (1985). Esta metodología sugiere la aplicación de 1/3 del volumen en los 2/3 inferiores del árbol y 2/3 del volumen en el tercio superior.

5 - Innovaciones

En los últimos años se han desarrollado túneles de pulverización con reciclado de producto, que realizan la aplicación en forma convergente sobre el árbol y en un ambiente semiconfinado. El producto pulverizado no retenido sobre el árbol es interceptado por las paredes del túnel y conducido nuevamente al tanque. Estos equipos presentan resultados promisorios, por la calidad de la pulverización, por el porcentaje de recuperación de producto, por la eficiencia en el control, por su autonomía, pero fundamentalmente por presentar una drástica reducción de las pérdidas de producto, lo que conlleva a una importante reducción de la contaminación ambiental. No obstante, estos equipos presentan baja adaptabilidad a las diversas formas de arquitectura de los árboles.



Figura 3 : Túnel de reciclado

Otra temática que se ha desarrollado recientemente es la agricultura de precisión y consiste en el conjunto de prácticas, técnicas y tecnologías que participan en la recopilación de información, la toma de decisiones y el manejo específico localizado.

Todos los autores coinciden en que la agricultura de precisión se basa en medir la variabilidad espacial y/o temporal de diferentes parámetros del proceso productivo agrícola como la producción del cultivo, la composición del suelo, la masa vegetal y otros con el objeto de elaborar una estrategia de manejo específica que permita incrementar la eficiencia productiva.



Figura 4: Tecnología de aplicación de precisión

6 - Consideraciones finales

La aplicación de agroquímicos es un sistema complejo, en el cual se deben considerar distintos aspectos relacionados entre sí. Los factores intervinientes no se agotan en los analizados en este escrito, ya que participan además aspectos económicos, ecológicos, biológicos, ergonómicos etc.

En este sentido se destaca la importancia de la correcta gestión del proceso de aplicación de agroquímicos. Por este motivo, la valoración y capacitación por parte de productores, técnicos y aplicadores es el aspecto central de esta problemática.

7 – Bibliografía

BRANN Jr., J.L. 1964. Factors affecting Use of airblast Sprayers. Transactions of the ASAE 7(3): 200-203.

CUNNINGHAM, R. T., BRANN J. L. and FLEMING G. A. 1962. Factors Affecting the Evaporation of Water from Droplets in Airblast Spraying. Journal of economic. Entomology 55(2): 192-199.

DI PRINZIO, A. y MAGDALENA, J. 1992. Evaluación del caudal de aire de las máquinas pulverizadoras hidroneumáticas. Memoria del II Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Argentina. pp. 34-35.

- ESCOLÀ, A.; 2010 Agricultura de precisión y aplicación de productos fitosanitarios Capítulo 15: 179-196 in: Tecnología de aplicación de Agroquímicos Ed. Magdalena J. C. y otros CYTED 196 p
- FOX, R.D., BRAZEE, R.D. and REICHARD, D.L. 1985. A Model Study of the Effect of Wind on air Sprayer Jets. Transactions of the ASAE 28(1):83-88.
- HALL, F. R. 1991. Influence of Canopy Geometry in Spray Deposition and IPM HortScience. 26(8): 1012-1017.
- KOCH, H. 2007 How to achieve conformity with the dose expression and sprayer function in high crop. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 60-1:71-84.
- MAGDALENA, J. C., DI PRINZIO, A. P. y VANNUCCI, D. 1992. Hacia una mayor eficiencia de la aplicación de agroquímicos en la región del Valle de Río Negro y Neuquén. Rivista di agricoltura subtropicale e tropicale 86(2): 363-368.
- MATTHEWS, G.A. 2000 Pesticide Application Methods, 3ra Edición. Blackwell Science. 432p.
- REICHARD, D. L., HALL, F. R. and RETZER, H. J. 1978. Distributions of dropped sizes delivered by orchard air sprayer. Journal of econ. entomol. 71(1): 53-57.
- SUTTON, T. B. and UNRATH, C. R. (1984). Evaluation of the Tree-Row-Volume concept with density adjustments in relation to spray deposits in apple orchards. Plant Disease 68: 480-484.
- TRAVIS, J. W., SKOROCH, W. A. and SUTTON, T. B. 1987b. Effects of travel Speed, Application Volume, and Nozzle arrangement on deposition and distribution of pesticides in apple trees. Plant Disease 71(7): 606-612
- TRAVIS, J.W., SKOROCH, W.A. and SUTTON, T.B. 1987. Effect of canopy density on pesticide deposition and distribution in apple trees. Plant Disease 71: 613-615.