



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Santa Fe
Estación Experimental Agropecuaria Oliveros

Deriva: pérdida de gotas en pulverizaciones terrestres

Massaro, Ruben A.
Profesional Asociado INTA EEA Oliveros.
massaro.ruben@inta.gob.ar

Palabras clave: Pulverización terrestre. Deriva. Pérdida de gotas.

INTRODUCCIÓN

Cuando se realizan pulverizaciones terrestres a campo para aplicar diferentes tipos de plaguicidas en cultivos extensivos, suele ocurrir que se produzca la pérdida de gotas en relación al blanco o área de trabajo. Éstas están conformadas por pequeñas partes del caldo. El agua es el vehículo o transportador de los plaguicidas que están en suspensión, emulsión o solución, según haya sido la formulación de cada principio activo utilizado. La duración de la gota con agua (en tiempo y en recorrido) dependerá de diversos factores: tipo de boquilla, tamaño de las gotas, condiciones meteorológicas (este aspecto ha sido estudiado por diversos autores que serán citados en el desarrollo del presente trabajo).

Una vez evaporada el agua, los principios activos serán llevados por el aire a corta o larga distancia según cada situación. Esto es lo que se define como **deriva**, y los casos abundan en nuestro país. Según una definición de ASAE, la **deriva** es el “desplazamiento de un plaguicida fuera del blanco determinado, transportado por masas de aire o por difusión (Norma ASAE S-327.1 de la American Society for Agricultural Engineers Standard).

En este trabajo se analizarán algunos factores que determinan la pérdida de las gotas y, consecuentemente, la producción de la **deriva**, aportando datos de diferentes estudios.

1. Tipo de boquilla

Aunque muchos consideran a todas las boquillas con un funcionamiento similar, es evidente que la producción de gotas en cuanto a tamaño y velocidad de salida es diferente, lo cual incide directamente en la pérdida de las mismas y consecuentemente en la generación de deriva.

Numerosos investigadores han estudiado la velocidad de salida de las gotas y el mantenimiento de ese valor en su recorrido hacia el objetivo o blanco. Por supuesto que esto también depende del tamaño de las gotas, pero aquí revisaremos el tipo de pastilla. Según Porton (en Mathews 1987; Mathews, G. A. y Hislop, E.C. 1993) **las gotas de menos de 80 μ de diámetro flotan siempre** (citado en Costanzo y otros, 2019).

Cloeter y otros (2010) estudiaron comparativamente la velocidad de salida y en un recorrido de 40 mm de las gotas, en boquillas 8002 (hidráulica) y AI9502 (hidroneumática o tipo Venturi), en las mismas condiciones de trabajo. El resultado fue que la velocidad se redujo un 18 % en la boquilla hidráulica y sólo un 5 % en la de tipo Venturi (Figuras 1 y 2).

Es por esta razón que en las boquillas hidráulicas (abanico plano, cono hueco, cono lleno, **sin inducción de aire**), las gotas, después de ser impulsadas por la presión del sistema y en un corto recorrido

(20-30 cm según el aire) quedan en caída libre y flotando. Las partículas más finas (< 250 μ) pueden permanecer suspendidas en las corrientes de aire por mucho tiempo y llegar lejos del área objetivo.

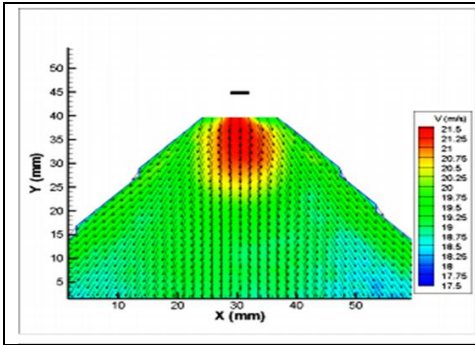


Figura 1. Boquilla 8002 a 40 psi. En 40 mm disminuye un 18% la velocidad de las gotas.

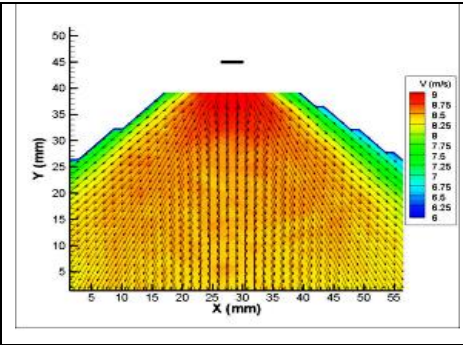


Figura 2. Boquilla AI9502 a 40 psi. En 40 mm disminuye 5 % la velocidad de las gotas.

2. Altura del botalón del pulverizador

En nuestro país, habitualmente la altura del botalón la determinan los operarios “a ojo”; es decir: a una altura que considera suficiente para la pulverización uniforme en el ancho de trabajo o para evitar los golpes de los extremos del botalón contra el suelo por ancho de trabajo, por falta de estabilidad y/o desuniformidad del terreno. Lo correcto sería considerar la distancia entre picos, el ángulo de pulverización y el tipo de boquilla utilizada. A la altura técnicamente calculada se le suman unos 15-20 cm por la oscilación normal o aceptable de los botalones.

En las Tablas 3 y 4 se publican las alturas recomendadas para cada situación. También en los Catálogos de componentes para pulverizadores de todas las marcas se recomienda la altura en la hoja correspondiente para cada tipo de boquilla.

Figura 3. Alturas recomendadas para boquillas Abanico plano.	Figura 4. Alturas recomendadas para boquillas de Conos.																																					
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">35</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">70</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">80°</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">110°</td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">55</td> <td style="text-align: center;">70</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">135°</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">65</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">en cm</td> <td></td> </tr> </table>		35	50	70		80°	50	60	80		110°	45	55	70		135°	40	60	65			en cm				<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">en cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">35</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">70</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">45</td> <td style="text-align: center;">70</td> <td style="text-align: center;">80</td> </tr> </table>		en cm				35	50	70		45	70	80
	35	50	70																																			
80°	50	60	80																																			
110°	45	55	70																																			
135°	40	60	65																																			
	en cm																																					
	en cm																																					
	35	50	70																																			
	45	70	80																																			

En nuestros pulverizadores terrestres para cultivos extensivos, se utilizan distancias entre picos a 35, 50, 52,5 y hasta a 70 cm. Existe una tendencia a utilizarlos a 52,5 cm. Esto provoca la necesidad de trabajar con mayor altura del botalón sobre el objetivo (suelo, rastrojo, malezas rastreras, nivel superior del canopeo, etc.). También ocurre que los equipos tienen botalones cada vez con más ancho de labor: 25, 28, 30, 32, 40 metros, pero no todos tienen buena estabilidad.

Estas razones: distancia entre picos, ancho de labor y estabilidad, obligan a trabajar con gran altura del botalón (80 a 100 cm de altura) en situaciones de barbecho químico. Pero las pulverizaciones se realizan con boquillas hidráulicas que producen muchas gotas finas y que quedan “flotando”. Esto genera muchos problemas de deriva en épocas de barbechos químicos con diferentes herbicidas.

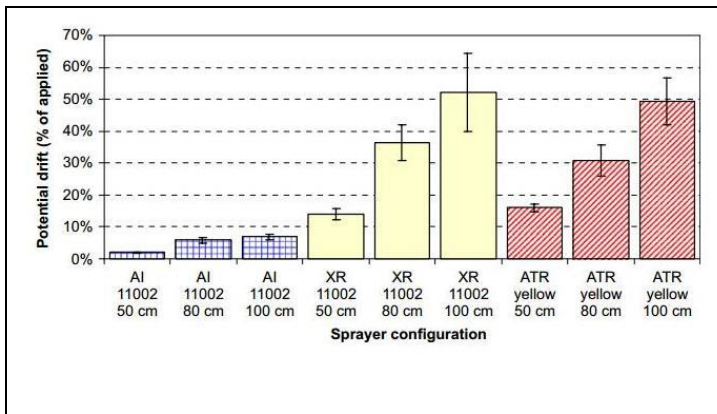


Figura 5. Deriva potencial con tres boquillas y tres alturas de botalón.

Balsari y otros (2007) evaluaron el efecto de tres alturas del botalón con tres boquillas diferentes: abanico plano simple AI de Teejet (asistida por aire), abanico plano simple XR de Teejet (hidráulica) y cono hueco ATR de Albus (hidráulica) (Figura 5). Sin dudas que este estudio demuestra la **eficiencia** de las pulverizaciones realizadas. La mayor altura del botalón con boquillas AI no produce pérdidas significativas de las gotas.

Cuando la altura del botalón es excesiva, y las boquillas son hidráulicas, se produce una gran deriva de las gotas y los productos que se estén utilizando.

3. Efecto de factores meteorológicos.

Massaro y otros (2012) realizaron ensayos de control de plagas insectiles en un mismo cultivo de soja, en dos momentos del estado de desarrollo del mismo, con el mismo equipo pulverizador terrestre automotriz e igual técnica de pulverización. Se registraron todas las variables del cultivo y de las condiciones meteorológicas con un termo-higro-anemómetro portátil.

El cultivo de soja estaba sembrado con EEL a 52 cm. La pulverización se realizó con boquillas Cono Lleno CH 100-1 Magnojet (equivalentes a caudal 015, DVM M), a 35 cm de distancia entre picos, un volumen de 100 lt/ha, a 14 km/hora y 3 bar de presión. La altura de la barra fue de 45 cm sobre el canopeo. Los insecticidas se pulverizaron sólo con agua (sin agregado de coadyuvante externo). En la Tabla 2 se describen las variables de los ensayos.

Tabla 2. Variables registradas del cultivo y condiciones meteorológicas de los ensayos.

Variable	Momento 1 (soja V8) (aplicación Match)	Momento 2 (soja R5) (aplicación Engeo)
Cobertura del cultivo sobre el suelo.	40 %	80 %
Altura del cultivo	40 cm	70-80 cm
Temperatura (°C)	23	33
HR (%)	60	59
Viento (km/hora)	5-10	12-20
Delta T	4.5-5	6.5

Se evaluó la calidad de las pulverizaciones con tarjetas hidrosensibles que se colocaron en el suelo entre los tallos de las plantas, en el entresurco de las líneas de siembra y en el tercio superior (15 cm debajo de la línea superior del canopeo). Las gotas se contaron con lupa binocular de 20X (Figura 6). **La mayor temperatura (23 a 33°C) y la mayor velocidad del viento (5-10 a 12-20 km/hora) hicieron perder el 60 % de las gotas en el tercio superior de las plantas** (Tabla 2 y Figura 6).

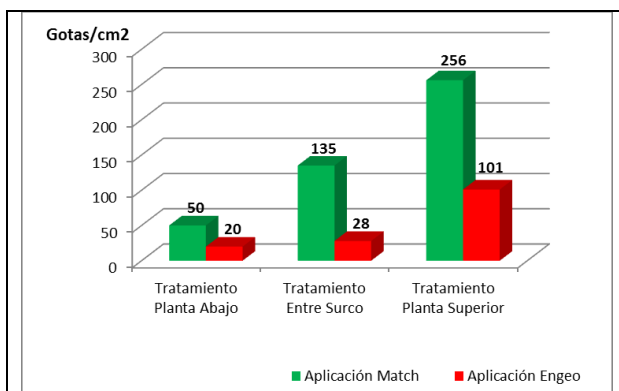


Figura 6. Coberturas (gotas/cm²) en tres estratos del cultivo con tarjetas hidrosensibles.

El índice Delta T para el momento 2 indicaría que se puede pulverizar. Sin embargo, si a estos datos de pulverización y meteorológicos los sometemos a un Software que incluye el viento (Carrancio 2016, citado en Massaro y otros, 2021) no se debería pulverizar en esas condiciones por la pérdida de gotas y, consecuentemente, del insecticida utilizado (Tabla 3a y b). A pesar de la condiciones, la aplicación de los insecticidas en ambas situaciones fue eficaz (Massaro y otros, 2012).

La pérdida de gotas se produce en el espacio que existe entre las boquillas que pulverizan y el nivel del blanco (rastreo, malezas, canopeo).

Tabla 3a. Evaluación de técnicas de pulverización para el control de insectos plaga en cultivo de soja. Massaro y otros, 2012.

Tratamientos	Velocidad (km/h)	Presión (bar)	Pastilla	Distancia entre picos (cm)	Altura total (cm)	Volumen pulverizado (Lt/ha)	DVM	Clasificación ASAE
I	14	3	Cono Lleno Fulljet amarillas	35	45	100	213	M
II	14	3	Cono Lleno Fulljet amarillas	35	45	100	213	M

Tabla 3b.

Viento (km/hora)	Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)	ΔT	Vida media (seg)	Deriva (m)	Riesgo de evaporación	Deriva por viento	Recomendación
7	60	23	4,5	74	0,86	Aceptable	Aceptable	Aplicar
15	59	33	6,5	31	1,29	No aceptable	Aceptable	No aplicar

CONCLUSIONES

1. En las **boquillas hidráulicas** (abanico plano, cono hueco, cono lleno, sin inducción de aire), las gotas, después de ser impulsadas por la presión del sistema y en un corto recorrido (20-30 cm según el aire) quedan en caída libre y flotando. Las partículas más finas (< 250 μ) pueden permanecer suspendidas en las corrientes de aire por mucho tiempo y llegar lejos del área objetivo.
2. Cuando la **altura del totalón** es excesiva, y las boquillas son hidráulicas, se produce una gran deriva de las gotas y los productos que se estén utilizando.
3. La **pérdida de gotas** se produce en el espacio que existe entre las boquillas que pulverizan y el nivel del blanco (rastreo, malezas, canopeo).

Oliveros, abril de 2021

BIBLIOGRAFÍA

1. Balsari, Paolo; Paolo Marucco, Mario Tamagnone. 2007. A test bench for the classification of boom sprayers. Sciencedirect, Crop Protection 26 (2007) 1482–1489.
2. Cloeter Michael D., Kuide Qin, Pramod Patil, Billy Smith. 2010. Planar Laser Induced Fluorescence (PLIF) Flow Visualization applied to Agricultural Spray Nozzles with Sheet Disintegration; Influence of an Oil-in-Water Emulsion. ILASS-Americas 22nd Annual Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, Cincinnati, OH. 9 pág.

3. Costanzo, M.; Carrancio, L.A. y Massaro, R.A. 2019. Efectos del ambiente sobre la pulverización de plaguicidas. Conceptos básicos de micrometeorología agrícola. INTA EEA Oliveros, Para Mejorar la Producción 58. Pág. 207-220.
4. Management of Pesticide Spray Drift. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/pesticides-pest-management/growers-commercial-users/drift-mitigation/management-pesticide-spray-drift.html>
5. Massaro, R.A.; Gonsebat, G.; García, A.; Cambursano, L.; Yanguas, M.V.; Guardatti, S. y Martinelli, P. 2012. Control de *Anticarsia gemmatalis* y complejo de “chinchas” en soja. INTA EEA Oliveros, no publicado.
6. Massaro, R.A., Carrancio, L.A. y Costanzo, M. 2021. Efecto del viento sobre las gotas en pulverizaciones terrestres. INTA EEA Oliveros, 7 pág.