

DETERMINACIÓN DEL EFECTO SOBRE LA DERIVA DE LA MODIFICACIÓN DE LA PRESIÓN DE TRABAJO CON BOQUILLAS DE LOS MODELOS XR Y TTI

G. Masiá*, A. Videla, S. Duro, J. Fiorini, L. Moltoni, N. Clemares y A. Moltoni.

* INTA, Instituto de Ingeniería Rural. 34379047. masia.gerardo@inta.gob.ar

Palabras clave: deriva, pulverizadoras, boquillas

INTRODUCCIÓN

La defensa de los cultivos contra las malezas, insectos y demás plagas es una de las principales tareas a realizar en cualquier actividad agrícola. La siembra directa ha llevado al control mecánico de malezas a ser relegado a unas pocas áreas. La defensa química se ha vuelto el método predominante para el control de malezas, entendiéndose por esta a una especie cuya presencia no es deseable para el hombre (Kahl, 2016).

Un efecto negativo que puede producirse durante una aplicación es la deriva, en donde todas las gotas que no alcancen el objetivo o no queden retenidas en él, constituyen una pérdida del fitoterápico aplicado y una consecuente reducción de la eficiencia de la pulverización (Masiá, 2010), generando consecuencias indeseables, contaminando cursos de agua, áreas sensibles, zonas urbanas (Barsali et al., 2012; Rodríguez Vasallo, 2016) e incurriendo en un control defectuoso de malezas (Tharp, 2013). Entre los principales factores que la generan se pueden citar el tamaño de gota y el tipo de equipo pulverizador (Ware et al. 1970), los parámetros de aplicación seleccionados (Stewart y Gratkowski 1976; Smith et al. 1981), las propiedades físicas del producto y su formulación (Goering y Butler 1974; Bouse et al. 1990) y las condiciones meteorológicas (Picot et al. 1986). De todos estos factores mencionados, el único sobre el cual se puede actuar es el tamaño de gota, definido, principalmente, a partir del tipo de boquilla y las propiedades físicas del producto a aplicar (Guler et al., 2006).

La creciente preocupación por la deriva ha llevado a la adopción de boquillas con inducción de aire, cámaras pre-orificio y otros diseños que buscan aumentar el tamaño de la gota para reducir la deriva (Ferguson et al., 2015; Gil et al. 2013). Diversas investigaciones realizadas en túnel de viento con boquillas de abanico plano, de pre-orificio e inducidas por aire, llegaron a la conclusión que, a mayor caudal de la boquilla, mayor es la reducción de la deriva (Nuytens et al. 2009) y que la misma es función del tipo de boquilla, la posición y la velocidad del viento (Al Heidary et al. 2014) y del tamaño y velocidad de las gotas (Wang et al. 2015).

Se infiere que, para un mismo valor de caudal, el tamaño de gota será cada vez menor conforme se aumente la presión y para igual presión, las gotas serán más grandes cuanto mayor sea el caudal de la boquilla.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar cómo impacta la modificación de la presión sobre la deriva, utilizando boquillas de abanico plano de diferentes caudales y tamaños de gota.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Las determinaciones fueron realizadas en el Laboratorio de Protección de Cultivos del Instituto de Ingeniería Rural (IIR) del INTA. Para la realización de este trabajo se utilizaron boquillas de abanico plano de rango extendido (XR) y de tipo espejo inducidas por aire (TTI), ambas con un ángulo de abanico de 110°. Los caudales teóricos de las mismas fueron 0,79 y 1,18 L.min⁻¹ (110-02 y 110-03 respectivamente). Las mismas fueron seleccionadas de un lote de veinte pastillas de la marca Teejet y según información del fabricante generan gotas finas en caso de las XR y ultra gruesas para las TTI. El banco de distribución utilizado está construido bajo la norma ISO 5682/1 con 60 canaletas las cuales totalizan 3,0 m² de superficie. Sobre él se encuentra colocado un túnel de viento de 8,0 m de largo, equipado con una turbina que, trabajando a la succión, permite obtener velocidades del viento del orden de 4,6 m.seg⁻¹. Dentro del túnel se encuentra ubicado un portapico, en el cual se pueden intercambiar boquillas y modificar la altura de la descarga.

Las condiciones climáticas fueron mensuradas con un termohigrómetro. En cada muestra el caudal erogado por la pastilla se determinó por gravimetría, por medio de una balanza electrónica con precisión de +/- 0,1 gramo; mientras que los 60 segundos de aspersion fueron cuantificados con un cronómetro electrónico con décimas de segundo. Las boquillas fueron

ensayadas con condiciones climáticas promedio de 45% de humedad, 23°C de temperatura. Cada una fue evaluada a 200; 250; 300 y 350 kPa de presión.

El líquido empleado en todos los casos fue agua y la altura de pulverización fue de 0,50 m.

Las boquillas se colocaron en el túnel en posición perpendicular con respecto a la dirección del viento, y su velocidad se mantuvo constante a 4,4 m.seg-1. Se considera Volumen Derivado a aquel que no fue captado por la superficie del banco de distribución por el viento generado en el túnel. El volumen de líquido derivado fue calculado por diferencia entre el caudal entregado por el pico y el recogido en el banco de ensayos, para cada condición de trabajo. Los resultados se expresan como volumen derivado, al tanto por uno, resultante de la relación entre los centímetros cúbicos derivados cada 100 centímetros cúbicos pulverizados (caudal de referencia), con lo cual se evita propagar al análisis de deriva cualquier diferencia en los caudales entregados por los picos. El cálculo del volumen derivado responde a la siguiente ecuación, adaptada de Miralles et al (1994):

$$\text{Volumen derivado (\%)} = \frac{V S V (\text{cm}^3) - V C V (\text{cm}^3)}{V S V (\text{cm}^3)} \times 100 - 1$$

Donde: Volumen derivado (%) = Volumen derivado para cada condición experimental. V S V (cm³) = Volumen pulverizado Sin Viento. V C V (cm³) = Volumen recolectado en el banco Con Viento.

Se realizaron diez repeticiones en cada condición experimental. El método de análisis estadístico empleado fue un análisis de varianza (ANVA), utilizando la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de significación del 5% al encontrarse diferencias entre las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A fin de interpretar los resultados se han analizado las modificaciones de la presión y su correlación con la deriva observada para cada boquilla en particular.

En el caso de las boquillas XR en ambos caudales se pudo constatar que el incremento de la presión de trabajo generó valores de deriva superiores a los observados a las menores presiones evaluadas.

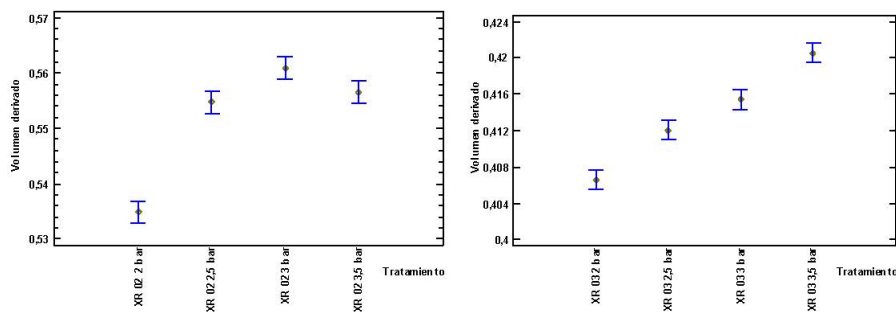


Figura 1. Medias e intervalos de confianza para el volumen derivado de las boquillas XR a las diferentes presiones evaluadas ($\alpha:0,05$).

Tabla 1. Prueba de comparaciones múltiples del volumen derivado para las boquillas XR según la presión estudiada. Letras diferentes indican una diferencia estadísticamente significativa.

Tratamiento	Media	Grupos Homogéneos	Tratamiento	Media	Grupos Homogéneos
XR 02 2 bar	0,534875	a	XR 03 2 bar	0,406555	a
XR 02 2,5 bar	0,554702	b	XR 03 2,5 bar	0,412021	b
XR 02 3,5 bar	0,556568	b	XR 03 3 bar	0,41545	c
XR 02 3 bar	0,56092	c	XR 03 3,5 bar	0,420535	d

Al analizar los caudales en forma independiente de la presión el modelo XR 110-03 logró menores valores de deriva que su par 110-02.

Tabla 2. Prueba de comparaciones múltiples del volumen derivado para las boquillas XR. Letras diferentes indican una diferencia estadísticamente significativa.

Tratamiento	Media	Grupos Homogéneos
XR03	0,413641	a
XR02	0,551766	b

En lo referente al modelo de boquilla TTI en ambos caudales el menor valor de deriva se obtuvo con la mayor presión de trabajo. Esta característica podría deberse a que la velocidad de las gotas tiene mayor influencia que la disminución del tamaño de las mismas. Al respecto Wang et al. (2015 op cit), demostraron que las boquillas inducidas por aire mostraron un bajo nivel de deriva debido al tamaño de gota y a la baja fluctuación de su velocidad

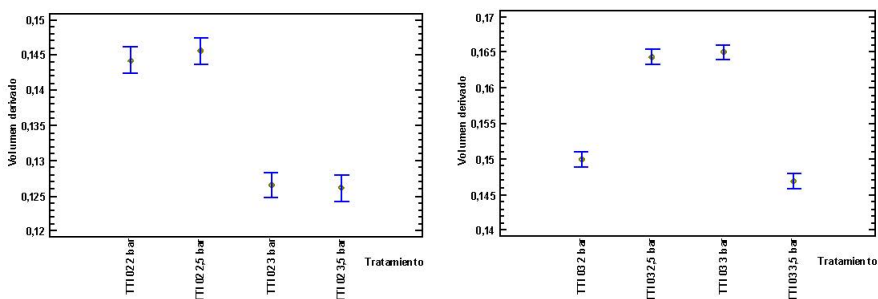


Figura 2. Medias e intervalos de confianza para el volumen derivado de las boquillas TTI a las diferentes presiones evaluadas ($\alpha:0,05$).

Tabla 3. Prueba de comparaciones múltiples del volumen derivado para las boquillas TTI según la presión estudiada. Letras diferentes indican una diferencia estadísticamente significativa.

Tratamiento	Media	Grupos Homogéneos	Tratamiento	Media	Grupos Homogéneos
TTI 02 3,5 bar	0,126126	a	TTI 03 3,5 bar	0,146867	a
TTI 02 3 bar	0,126504	a	TTI 03 2 bar	0,149921	b
TTI 02 2 bar	0,144232	b	TTI 03 2,5 bar	0,164361	c
TTI 02 2,5 bar	0,145567	b	TTI 03 3 bar	0,165003	c

Al analizar los caudales, sin considerar la presión de trabajo, el modelo TTI 110-02 logró menores valores de deriva que su par 110-03. Esto se debe al mayor tamaño de gota generada por la boquilla 110-02 que, en el caso de la menor presión estudiada, dicha diferencia alcanza un incremento del 8,5 % aproximadamente respecto del caudal 03.

Tabla 4. Prueba de comparaciones múltiples del volumen derivado para las boquillas TTI. Letras diferentes indican una diferencia estadísticamente significativa.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
TTI02	40	0,135607	a
TTI03	40	0,156538	b

Finalmente se puede observar que los valores de deriva logrados por las boquillas TTI son significativamente menores a los obtenidos por las boquillas XR, independientemente de las presiones estudiadas. Esto representa una ventaja en el caso del control de malezas debido en donde el tamaño de gota no afecta la eficacia de los herbicidas sistémicos, ya que las pulverizaciones con gotas gruesas y ultra gruesas mostraron valores similares de eficiencia que las realizadas con gotas finas y medias (Ferguson et al. 2018).

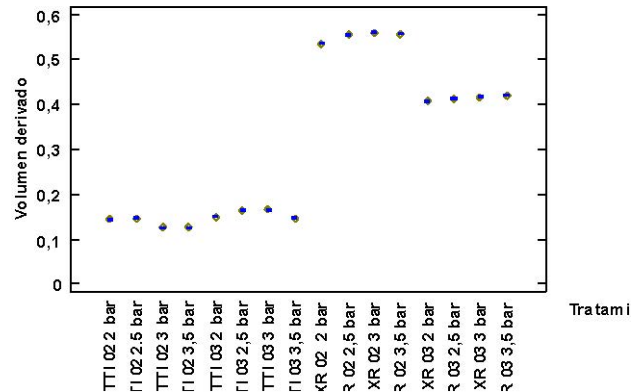


Figura 3. Medias e intervalos de confianza para el volumen derivado de las boquillas XR y TTI a las diferentes presiones evaluadas ($\alpha:0,05$).

CONCLUSIONES.

En las boquillas XR la disminución de la presión logró valores de deriva significativamente menores. Por el contrario, en las boquillas TTI los mejores resultados se obtuvieron con la mayor presión de trabajo.

Respecto de la deriva, la selección del tamaño de gota logró una diferencia significativa sobre la modificación de la presión de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- AL HEIDARY, M; DOUZALS, J.P; SINFORT, C; VALLET, A. 2014. Influence of nozzle type, nozzle arrangement and side wind speed on spray drift as measured in a wind tunnel. AgEng, Zurich, Suiza.
- BALSARI, P.; DORUCHOWSKI, G.; OPHOFF, H; ROETTELE, M. 2012. Buenas prácticas fitosanitarias para reducir la deriva. Proyecto Train Operators to Promote Practices & Sustainability (TOPPS).
- BOUSE, L.F; KIRK, I.W; BODE, L.E. 1990. Effect of spray mixture on droplet size. ASAE.
- FERGUSON, J.C; CHECHETTO, R.G; ADKINS, S; HEWITT, A; BHAGIRATH, S; KRUGER, G; O'DONNELL, C. 2018.
- Effect of spray droplet size on herbicide efficacy on four winter annual grasses. University of Queensland, Australia. FERGUSON, J.C; O'DONNELL, C; BHAGIRATH, S; ADKINS, S; KRUGER, G; WANG, R; FERREIRA, P; HEWITT, A.
- 2015. Determining the uniformity and consistency of droplet size across spray drift reducing nozzles in a wind tunnel. University of Queensland, Australia.
- GIL, E; BALSARI, P; GALLART, M; LLORENS, J; MARUCCO, P; GUMMER ANDERSEN, P; FÀBREGAS, X; LLOP, J.
- 2013. Determination of drift potential of different flat fan nozzles on a boom sprayer using a test bench. Universitat politècnica de Catalunya, España.
- GOERING, C.E.; BUTLER, B.J. 1974. Analysis of paired microresidues using filter fluorometry. Weed Science 22(5): 512-515.
- GULER, H; ZHU, H; OZKAN, H.E; DERKSEN, R.C; YU, Y; KRAUSE, C.R. 2006. Characteristics and drift reduction potential with air induction and conventional Flat-fan Nozzles. Power & Machinery Division of ASABE
- KAHL, M.B. 2016. Efecto de la calidad de aplicación, sobre el control de Conyza sumatrensis en dos estados de desarrollo. Universidad nacional de La Plata.
- MASIÁ, G. 2010 Efecto sobre la exoderiva de un aditivo (poliacrilamida) aplicado con boquillas de abanico plano con inducción de aire. Tesis presentada en la Universidad de San Martín.
- MIRALLES, A.; BOISGONTIER, D.; BOUVIER, J.L. 1994. Comparision de derivé de différents produits phytosanitaires. Rapports n° 46, 130 p.
- NUYTTENS, D; TAYLOR, W.A; DE SCHAMPHELEIRE, M; VERBOVEN, P; DEKEYSER, D. 2009. Influence of nozzle type and size on drift potential by means of different wind tunnel evaluation methods. Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Merelbeke, Belgium.
- PICOT, J.J.C.; KRISTMANSON, D.D.; BASAK BROWN, N. 1986. Canopy deposit and off-target drift in forest aerial spraying. The effects of operational parameters. Transactions of the ASAE 29 (1): 90-96.
- RODRIGUEZ VASALLO, M. 2016. Trabajo final de carrera: Control de malezas. Evaluación de la eficiencia y riesgos ambientales de distintas pastillas. Universidad Nacional de La Plata.
- SMITH, D.B.; HARRIS, F.D.; GOERING, C.E; BUTLER, B.J. 1981. Equipment and variables for spray drift reduction. Proc. Fla. Conf. On Pesticide Application Technology, 77-91.
- STEWART, R.E.; GRATKOWSKI, H. 1976. Aerial application equipment for herbicidal drift reduction. General technical report. USDA Forest Service, Portland, OR.
- THARP, C. 2013. Avoiding Pesticide Drift. Montana State University, Pesticide Education Program.

- WANG, S; DORR, G.J; KHASHEHCHI,M; HE,X. 2015. Performance of Selected Agricultural Spray Nozzles using Particle Image Velocimetry. J. Agr. Sci. Tech. Vol. 17: 601-613. Agricultural University, Beijing, China.
- WARE, G.W.; ESTESEN, B.J.; CAHILL, W.P.; GERHARDT, P.D.; FROST, K.R. 1970. Pesticide drift III. Drift reduction
- with spray thickeners. J. Economic Entomology. 63(4): 1314-1316.