










## Pulverizaciones agrícolas. Distribución y pérdidas de producto con diferentes boquillas

Crop spraying. Distribution and product losses with different nozzles

Pulverização agrícola. Distribuição e perdas de produto com diferentes bicos

*Merani, Victor Hugo*<sup>1</sup> ; *Guilino, Facundo Daniel*<sup>1</sup> ; *Vazquez, Juan Manuel*<sup>1</sup> ; *Larrieu, Luciano*<sup>1</sup> ; *Ferro, Daniel Adalberto*<sup>1</sup> ; *Platz, Pedro*<sup>2</sup> ; *Tourn, Santiago Néstor*<sup>2</sup> ; *Pereira, Esteban Ivan*<sup>1</sup> ; *Mur, Matilde*<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Mecanización Agraria, Fac. Cs. Agrarias y Forestales, UNLP

<sup>2</sup> Maquinaria agrícola, Fac. Cs. Agrarias, UNMDP

victormerani@gmail.com

Recibido: 24/05/2022    Aceptado: 11/11/2022

DOI: <https://doi.org/10.35305/agro41.e030>

### Resumen

La pulverización es una técnica fundamental en la producción agropecuaria. La selección de boquillas para reducir la cantidad de producto sin afectar la distribución es un desafío. El siguiente trabajo pretendió evaluar el desempeño de diferentes boquillas sobre objetivos verticales y horizontales. Se contrastaron tres boquillas: 3D-defy, XR11002VP y TXA8002VK sobre dos prismas de diferentes dimensiones. Se utilizaron tarjetas hidrosensibles y el programa CIR1.5® para evaluar impactos, DVM y Eficiencia sobre caras horizontales y verticales del objetivo en galpón cerrado y asfaltado. Se obtuvieron los mayores valores de todos los parámetros en caras horizontales. Eficiencias entre 50 y 80 % en horizontales, 7% y 25 % en verticales. En horizontal entre 150 y 240 imp.cm<sup>-2</sup> según boquilla, 25 y 50 imp.cm<sup>-2</sup> en verticales. En función del diseño los resultados se ven limitados a condiciones de 0 viento y suelos muy parejos. Sin embargo, permiten partir de una base sólida para la toma de decisiones en condiciones de trabajo mucho más reales que las generadas por las mediciones en laboratorio. La boquilla Defy-3D es una boquilla nueva sin pruebas de comportamiento a campo. Se puede concluir que las angulaciones de las boquillas no mejoran la calidad de aplicación en las posiciones verticales bajo las condiciones del ensayo. En los objetivos verticales no se alcanzó el número mínimo de impactos recomendado para fungicidas o insecticidas de contacto. Pese a las condiciones ambientales del ensayo, existieron pérdidas de producto.

**Palabras claves:** boquillas anguladas; cobertura; eficiencia; calidad de aplicación; objetivos verticales

### Abstract

Spraying is an important tool in agricultural production. The selection of nozzles to reduce the amount of product without affecting distribution is a challenge. The objective of this work was to evaluate the performance of different nozzles on vertical and horizontal targets. Three nozzles were contrasted: Defy 3D, XR11002VP, and TXA8002VK on two prisms of different dimensions. Water-sensitive cards and the CIR1.5® program were used to evaluate impact density, Volumetric Median Diameter and Efficiency, on horizontal and vertical faces of a target in a closed and asphalted shed. The highest values for all parameters were obtained on horizontal faces. Efficiencies were between 50 and 80% on horizontal faces, and between 2% and 25% on vertical faces. Horizontal impacts ranged from 150 to 240 imp.cm<sup>-2</sup> (depending on the nozzles), and vertical impacts from 25 to 50 imp.cm<sup>-2</sup>. Although results were limited to conditions of zero wind and very homogeneous soils, they contribute to decision-making by providing data from more real working conditions than those obtained in laboratory measurements. Defy 3D is a new nozzle without field performance testing. It can be concluded that the angles of nozzles do not improve the quality of application in vertical positions, under the test conditions. Vertical targets did not get the minimum number of impacts recommended for fungicides or contact insecticides. Also, product losses occurred despite the environmental conditions of the trial.

**Keywords:** angled nozzles; coverage; efficiency; application quality; vertical targets

### Resumo

A pulverização é uma técnica fundamental na produção agropecuária. A seleção de bicos para reduzir a quantidade de produto sem afetar a distribuição é um desafio. O trabalho a seguir teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes bicos em alvos verticais e horizontais. Três bicos foram contrastados: 3D-defy, XR11002VP e TXA8002VK em dois prismas de diferentes dimensões. Papéis hidrossensíveis e o programa CIR1.5® foram utilizados para avaliar impactos, DVM e Eficiência, nas faces horizontais e verticais do alvo em galpão fechado e asfaltado. Os maiores valores de todos os parâmetros foram obtidos nas faces horizontais. Eficiências entre 50 e 80% nas faces horizontais, 7% e 25% nas faces verticais. Na horizontal entre 150 e 240 imp.cm<sup>-2</sup> dependendo do bico, 25 e 50 imp.cm<sup>-2</sup> na vertical. Dependendo do projeto, os resultados são limitados a condições de 0 vento e solos muito uniformes. Porém, permitem partir de uma base sólida para a tomada de decisões em condições de trabalho muito mais reais do que aquelas geradas por medições de laboratório. O Defy-3D é um novo bico sem testes de desempenho em campo. Pode-se concluir que os ângulos dos bicos não melhoram a qualidade de aplicação nas posições verticais sob as condições do teste. Nos alvos verticais, não foi atingido o número mínimo de impactos recomendado para fungicidas ou inseticidas de contato. Apesar das condições ambientais do ensaio, houve perdas de produto.

**Palavras chaves:** bico angular; cobertura; eficiência; qualidade de aplicação; alvos verticais.

## Introducción

El actual modelo de agricultura convencional adoptado en los diversos sistemas de producción es muy dependiente del uso de productos fitosanitarios ([Cáceres, 2015](#)).

Dentro de los parámetros de manejo, el volumen de caldo influye directamente en el nivel de cobertura del objetivo, pero su aumento resulta en un mayor costo y demanda de tiempo. ([Merani et al., 2019](#)).

Es así que muchas investigaciones están orientadas a reducir la cantidad de producto aplicado, sin que la uniformidad en la distribución sea afectada ([Downer et al., 1997](#)). Una población de gotas mal distribuida en el canopeo reduce la efectividad del control ([Wolf et al., 2000](#)).

Para disminuir el volumen de caldo y al mismo tiempo proporcionar la cobertura deseada, se puede reducir el tamaño de gota. Sin embargo, gotas muy finas son más vulnerables a la pérdida por deriva y evaporación ([França Durão & Boller, 2017](#)).

Ferguson *et al.*, (2016) realizaron varios estudios sobre el tamaño de gota y su relación con la deriva y la eficacia del producto a aplicar, concluyendo que las gotas de mayor tamaño reducen la deriva potencial un 85 %, manteniendo la eficacia de aplicación.

El espectro de tamaños de gotas depende del tipo y tamaño de boquilla, de las propiedades del líquido, y de la presión de pulverización ([Bouse et al., 1990](#)). Cuando la presión aumenta, se reduce el tamaño de la gota ([Matthews et al., 2014](#)). El tamaño, la velocidad y la dirección de la misma tiene incidencia sobre la fracción de caldo que no llega al objetivo, las gotas más grandes mantienen su impulso durante más tiempo y, por lo tanto, son menos propensas a sufrir deriva por viento. Tamaños de gotas menores a 75 µm ([Hobson et al., 1993](#)), 150 µm ([Combella et al., 1996](#)) o 200 µm ([Bouse et al., 1990](#)) son más propensas a la deriva. Por otro lado, Mur *et al.*, (2019) mencionan que tamaños de gotas mayores a 400 µm no se mantienen sobre la superficie de la planta. Se considera que un adecuado balance se obtiene utilizando gotas entre 200-250 µm de diámetro.

Por lo tanto, las características de mayor interés en las aplicaciones hidráulicas serán proporcionadas por las boquillas, siendo de gran importancia conocer las peculiaridades de cada una a fin de seleccionar la mejor opción para cada ocasión y lograr eficacia biológica.

Matthews *et al.*, (2014) explican que el espectro de gotas dependerá del diámetro del orificio de salida, el ángulo de pulverización de la boquilla y la presión de funcionamiento.

Diversas investigaciones en tecnología de aplicación de fitosanitarios mencionan que parte de la eficacia de control se encuentra relacionada al ángulo de inclinación con respecto a la vertical de las boquillas ya que esto genera una mejora en la calidad de pulverización. Se considera que el

ángulo de pulverización de 90° en relación al suelo (posición vertical) es el más frecuentemente utilizado ([Tu et al., 1986](#); [Wirth et al., 1991](#); [Xie et al., 1995](#); [Jensen, 2007](#); [Wolf & Peng, 2011](#)). Pese a ello, es posible encontrar boquillas que presentan abanico simple con ángulos hacia adelante o hacia atrás, simétricos o asimétricos tratando de buscar mayor penetración o deposición en el cultivo ([Mur et al., 2019](#)).

La cuantificación del producto depositado sobre el objetivo puede ser expresado en relación con el área foliar como porcentaje de cobertura. Una forma de estimar la cobertura del objetivo puede ser a través del número de impactos por unidad de área (impactos.cm<sup>-2</sup>). Buena parte de las recomendaciones técnicas de aplicación son basadas en este criterio, informándose un rango o un número mínimo de gotas necesarias para un buen control tal como menciona Weber ([1982](#)). Estos valores variarán según las adversidades a tratar, aunque se puede mencionar que registros iguales o mayores a 70 impactos.cm<sup>-2</sup> serían suficientes para el control de cualquiera de ellas.

La deposición y cobertura pueden ser evaluadas de diferentes formas, utilizándose objetivos naturales o artificiales. Dentro de los objetivos artificiales, las tarjetas hidrosensible son los más ampliamente utilizados. Éstas evalúan la distribución de gotas, tamaño de las mismas y permiten verificar que no se hayan generado derivas. ([Panneton, 2012](#); [Syngenta, 2012](#)).

A pesar de los beneficios obtenidos por el uso de los fitosanitarios, estos productos químicos no dejan de plantear diferentes dificultades, su aplicación no es neutral en sus consecuencias para el medioambiente, tanto en las posibilidades de contaminación y la reducción de la biodiversidad, como en sus consecuencias sanitarias por la exposición a agentes químicos ([Carriquirborde, 2010](#); [Simoniello et al., 2010](#); [Bernardos y Zaccagnini, 2011](#)).

La aplicación de fitosanitarios posee dos objetivos claros si se pretende mantener las buenas practicas agrícola, en primera instancia es necesario alcanzar los objetivos a controlar con el nivel de cobertura apropiado para cada producto a fin de conseguir la eficiencia biológica deseada, en segunda instancia se debe de procurar perder la menor cantidad de producto posible. La técnica de pulverización es de los procesos más ineficientes, existe una brecha muy grande entre eficiencia de aplicación y correcto control de la plaga ([Alvarez, 2016](#)). Merani *et al.* ([2019](#)) mencionan porcentajes de eficiencia entre 53 % y 63 % con diferentes velocidades y tasas de aplicación, y a 0,75 m de altura sobre el objetivo.

En función a lo expuesto, se estima que la pérdida de producto en las pulverizaciones agrícola ocurre también independientemente de las condiciones ambientales, la uniformidad de distribución puede ser correcta indistintamente al tipo de boquilla utilizada y que el control sobre objetivos verticales es más complejo que sobre horizontales, es por esto que se propone evaluar la calidad de distribución de gotas sobre distintos objetos con disposición vertical y horizontal al utilizar boquillas con diferentes características generales y diseños de angulación anteroposterior, valorando el porcentaje de eficiencia alcanzado en relación a la cantidad de producto aplicado.

## Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (34° 35' S, 57° 57' O).

Se utilizaron las boquillas descritas en la [Tabla 1](#) en condiciones semicontroladas dentro de un galpón pavimentado sin viento y sin accidentes topográficos. Este diseño pretende evaluar la calidad de aplicación de las boquillas en forma independiente a las condiciones de viento y uniformidad del terreno, pero evaluando la perdida de producto que se genera desde la salida de la boquilla hasta que llega al objetivo.

La máquina utilizada fue una pulverizadora marca Hatsuta, (montada), con separación entre boquillas de 0,525 m y tanque de 400 l. Se trabajó con una altura de botalón de 0,75 m por encima

de los bancos de pulverización para todas las boquillas, a fin de uniformar las alturas según recomendación de los fabricantes ([Teejet, 2004](#); [HYPRO, 2016](#)). Las boquillas fueron evaluadas trabajando a 2,5 bar de presión y a una velocidad de trabajo de  $4,72 \text{ m}\cdot\text{seg}^{-1}$  ( $17 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). La tasa de aplicación lograda con estas condiciones fue de  $50 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ , habitual en aplicaciones de herbicidas sistémicos en la región pampeana.

**Tabla 1:** Descripción de boquillas utilizadas.

Boquillas	Ángulo Anteroposterior	Ángulo de apertura del abanico	Caudal a 3 bar ( $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ )	Diseño	Marca	Referencias
3D-defy	30*	100	0,79	Abanico	Hypro	Defy-3D
XR11002VP	0	110	0,79	Abanico	Teejet	AP
TXA8002VK	0	80	0,79	Cono Hueco	Teejet	CC

\*Intercalada hacia adelante y hacia atrás sobre el botón según indicaciones del fabricante (HYPRO, 2016).

La evaluación se realizó con tarjetas hidrosensibles ([Syngenta, 2012](#)) colocadas sobre estaciones de medición de 0,5 m de largo por 0,15 m de ancho con 2 prismas rectangulares de diferentes dimensiones (grande: 9 cm de alto, 11 cm de ancho y 5 cm de fondo; chico: 4,5 cm de alto, 11 cm de ancho y 4,5 cm de fondo) que funcionaron como obstáculos de las gotas para llegar a los diferentes objetivos ([Figura 1](#)). Se colocaron dos estaciones distanciadas a 0,75 m entre si y dos series de dos más como repetición, distanciadas a 1,5 m en la dirección de avance respecto de los anteriores. Las tarjetas fueron dispuestas sobre las 5 caras expuestas de los prismas (vertical adelante, vertical atrás, vertical derecha, vertical izquierda y horizontal superior), y se colocaron dos tarjetas más en el plano horizontal: una por delante del prisma y otra por detrás del prisma. De esta manera, se coloraron 3 tarjetas horizontales: por delante del obstáculo (AdH), por arriba del obstáculo (Ar) e inmediatamente por detrás (AtH) y 8 tarjetas verticales: 3 en cara frontal del obstáculo (AdV), 3 en cara trasera del obstáculo (AtV), 1 en cara izquierda (I) y 1 en cara derecha (D).

El diseño experimental utilizado fue factorial completamente aleatorizado con tres factores. El primer factor estuvo representado por 3 diseños diferentes de boquillas ([Tabla 1](#)), el segundo factor fueron 2 prismas rectangulares de diferentes dimensiones ([Figura 1](#)) y el tercer factor, las 7 ubicaciones de las tarjetas en cada obstáculo de medición. Por lo tanto el diseño experimental fue de  $3 \times 2 \times 7$  con 6 repeticiones.



**Figura 1.** Disposición de las estaciones de evaluación y las tarjetas objetivos sobre ellas.

Luego del pasaje de la máquina pulverizadora, se recogieron las tarjetas hidrosensibles para su procesamiento, el cual consistió en dos etapas: una primera de digitalización de las tarjetas por medio de un scanner cannon LIDE90, y una segunda de procesamiento con el programa CIR1.5®. Se obtuvieron los siguientes parámetros que constituyeron las variables respuesta:

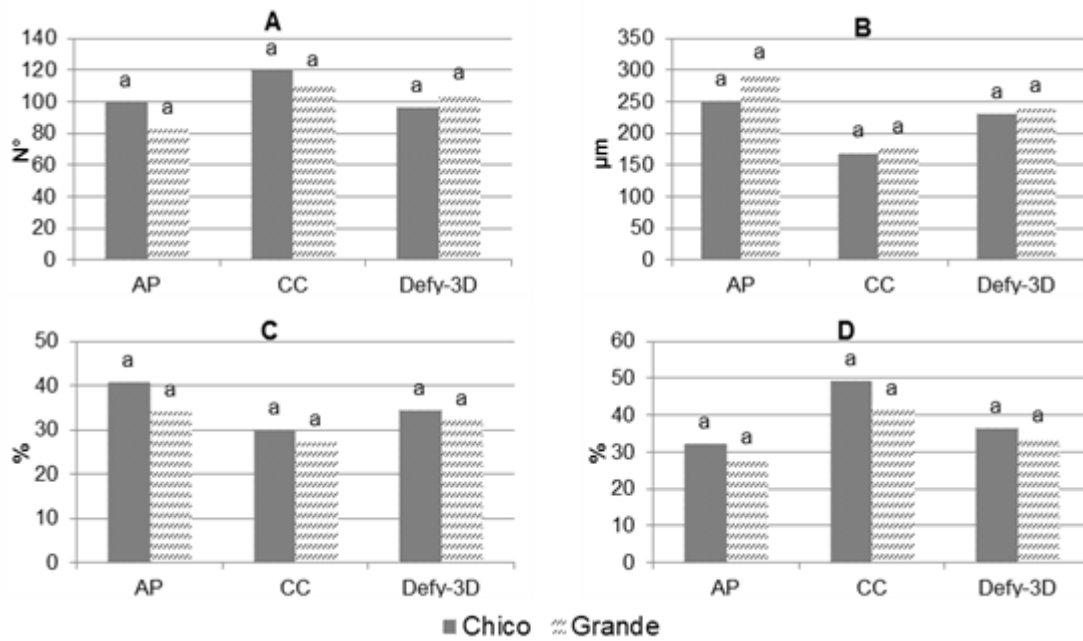
- Densidad de impactos (N° de improntas.cm<sup>2</sup>).
- Diámetro Volumétrico Mediano (DV0,5 o DVM), (µm): Diámetro de la gota que divide el volumen pulverizado a la mitad.
- Eficiencia (%): relación entre lo recogido en el objetivo y lo aplicado.

Para el análisis de uniformidad se procedió a agrupar las tarjetas, según cada una de sus posiciones, a fin de evaluar cuál de las boquillas consigue los mejores resultados en cada sector del objetivo y poder evaluar de esa forma las características de la población de gotas que llegan a cada sitio. Debido a que las variables respuesta no responden a una distribución normal, los resultados fueron estudiados estadísticamente a través de un análisis de la varianza no paramétrico, mediante la prueba de Kruskal Wallis; y las medianas comparadas con un nivel de significancia ( $p \leq 0,05$ ) para el análisis estadístico el programa InfoStat ([Di Rienzo et al., 2008](#)).

## Resultados y discusión

En un análisis general, no se encontraron diferencias estadísticas entre los cubos de diferente tamaño que funcionaban como obstáculos a las gotas de pulverización ([Figura 2](#)), para ninguna de las variables analizadas. Ante estos resultados se puede decir que se podrá alcanzar una correcta calidad de aplicación en todos los objetivos de pulverización independientemente de las diferencias en las alturas de los mismos en los rangos evaluados.





**Figura 2:** Valores promedio de Densidad de impactos ( $N^{\circ}$  de impactos. $cm^{-2}$ ) A, Diámetro Volumétrico Mediano (DVM,  $\mu m$ ) B, Eficiencia (%) C y Cobertura (%) D en los dos objetivos de medición Grande: obstáculo de mayor tamaño; Chico: obstáculo de menor tamaño y para los diferentes diseños de boquillas. AP: abanico plano; CC: cono hueco y Defy-3D: abanico plano angulado. Letras iguales sobre las columnas indican que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los obstáculos para cada boquilla en las distintas variables respuesta.

La [Figura 2](#) muestra la ausencia de diferencias estadísticas entre los cubos grandes y los chicos en las posiciones verticales y horizontales, contradiciendo lo expresados por Wolf & Peng, (2011), Jensen, (2007) y Wolf & Daggupati, (2009). Esto probablemente se deba a las pequeñas diferencias de altura de los cubos, ya que en los tres trabajos citados las diferencias de distancia entre el botalón y el objetivo variaron en más de 0,1 m.

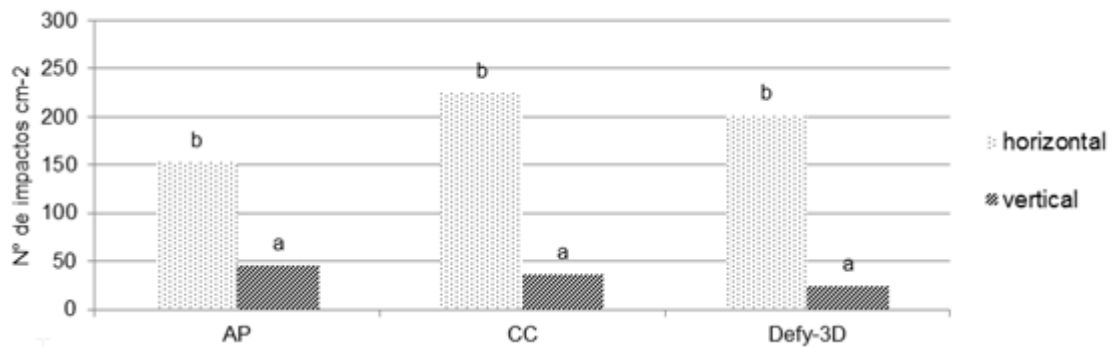
Debido a la ausencia de diferencias significativas, se dispuso considerar como repetición para el análisis estadístico de los demás parámetros, a los datos obtenidos de la misma ubicación de la tarjeta, independientemente de la mayor o menor altura del cubo.

**Tabla 2:** Valores promedio de Densidad de impactos ( $N^{\circ}$  de impactos. $cm^{-2}$ ), Diámetro Volumétrico Mediano (DVM,  $\mu m$ ), Eficiencia (%) y Cobertura (%) en los dos objetivos de medición Grande: objetivo de mayor altura; Chico: objetivo de menor altura, para las posiciones vertical y horizontal en cada boquilla, AP: abanico plano; CC: cono hueco; Defy-3D: abanico plano angulado. Letras iguales sobre las columnas indican que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre posiciones para cada obstáculos y boquilla.

Densidad de impactos (N° de impactos cm <sup>-2</sup> )						
	AP		CC		Defy-3D	
Grande:vertical	35,46	a	27,54	a	23,75	a
Chico:vertical	55,38	a	43,04	a	24,58	a
Grande:horizontal	145,17	b	224,50	b	191,78	b
Chico:horizontal	157,78	b	222,17	b	211,06	b
DVM (µm)						
	AP		CC		Defy-3D	
Grande:vertical	223,82	a	149,77	a	232,45	a
Chico:vertical	227,04	a	137,93	a	216,55	a
Grande:horizontal	272,27	b	209,17	b	248,69	a
Chico:horizontal	282,64	b	208,30	b	249,01	a
Eficiencia %						
	AP		CC		Defy-3D	
Grande:vertical	9,66	a	3,18	a	5,04	a
Chico:vertical	12,08	a	4,51	a	4,30	a
Grande:horizontal	66,66	b	59,34	b	67,94	b
Chico:horizontal	78,75	b	64,09	b	74,28	b
Cobertura %						
	AP		CC		Defy-3D	
Grande:vertical	1,54	a	0,64	a	0,76	a
Chico:vertical	1,99	a	0,94	a	0,67	a
Grande:horizontal	9,26	b	9,95	b	10,62	b
Chico:horizontal	10,60	b	10,67	b	11,07	b

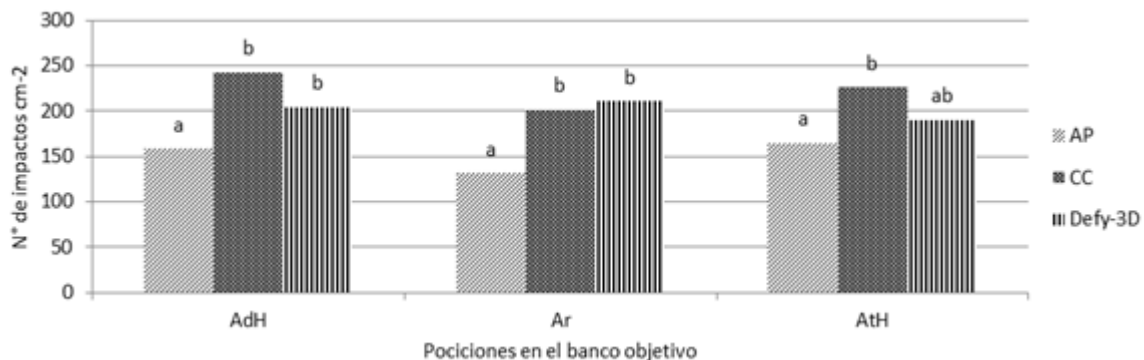
### Densidad de impactos

En función de los resultados expresados en la [Figura 3](#), se puede apreciar que la cantidad de impactos que alcanzan al objetivo tienen relación directa con su posición. Es decir, los blancos horizontales siempre recibieron más impactos, independientemente de la boquilla utilizada, con valores mínimos por encima del triple de impactos respecto a los verticales. La deposición por aspersión en objetivos verticales es difícil y varias investigaciones han demostrado que la misma disminuye cuando la orientación del objetivo cambia de horizontal a vertical ([Tu et al., 1986](#); [Wirth et al., 1991](#); [Xie et al., 1995](#)). Por otro lado, Jensen, (2007) menciona que es necesario alcanzar los objetivos con una dirección de las gotas lo más perpendicular al objetivo posible, generando así una mayor superficie expuesta a la trayectoria teórica de las mismas. En este sentido, todas las posiciones verticales tienden a poseer una menor superficie expuesta a las gotas que salen en dirección al suelo. Pese a esto, la boquilla angulada Defy-3D no presentó mejores resultados que CC y AP en las posiciones verticales, lo que podría deberse a la altura del botalón que al ser demasiado elevada genera la pérdida de angulación con la que salen las gotas a causa de la gravedad ([Jensen, 2007](#)) generando un comportamiento similar al de cualquier boquilla tipo abanico.



**Figura 3.** Densidad de impactos (N° de impactos.cm<sup>-2</sup>) para las boquillas AP: abanico plano; CC: cono hueco y Defy-3D: abanico plano angulado, y las posiciones horizontal y vertical del objetivo. Letras diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre posiciones ( $p \leq 0,05$ ) según el Test de Kruskal-Wallis.

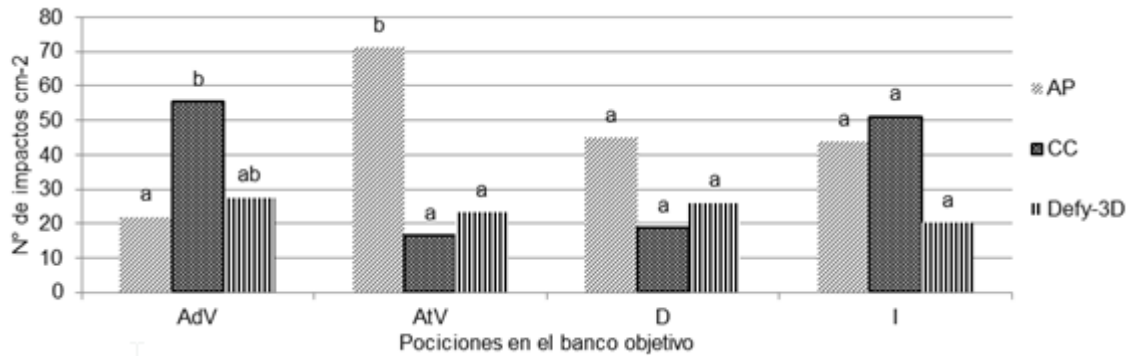
Al realizar la partición de los resultados en función de cada posición relativa dentro del banco objetivo, se puede notar que las boquillas comienzan a presentar diferente comportamiento lo que se refleja en el análisis estadístico de los valores de densidad de impactos (Figuras 3 y 4). Las boquillas CC y Defy-3D no presentaron diferencias significativas entre sí para ninguna de las posiciones horizontales (Figura 4). Esto puede deberse a que la angulación de la boquilla Defy-3D no tiene influencia en la proyección de las gotas sobre los objetivos horizontales ya que, independientemente de la salida, siempre impactarán sobre el suelo o superficies horizontales sin lograr mejorar el comportamiento del abanico. En tanto que, CC es una alternativa que a igual caudal y presión de trabajo que las demás boquillas, habitualmente genera mayor N° de impactos y de menor DVM (Figura 6).



**Figura 4.** Densidad de impactos (N° de impactos.cm<sup>-2</sup>) para las boquilla, AP: abanico plano; CC: cono hueco y Defy-3D: abanico plano angulado en las posiciones horizontales. AdH: adelante horizontal; Ar: arriba; AtH: detrás horizontal. Letras diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre boquillas para cada posición horizontal ( $p \leq 0,05$ ) según el Test de Kruskal-Wallis.

En las posiciones verticales, es interesante destacar el comportamiento de AP en AtV que logró 300 % más de impactos que las demás boquillas (Figura 5). Esto puede deberse a corrientes de viento generadas por el mismo vehículo durante las pasadas con esta boquilla ya que, como se mencionó, el ensayo fue realizado en galpón, bajo condiciones climáticas controladas. El viento origina que las gotas cambien su trayectoria como consecuencia del aire circundante (Primary Industries Standing Committee, 2002).





**Figura 5.** Densidad de impactos (N° de impactos.cm<sup>-2</sup>) para las posiciones verticales del objetivo. AdV: cara frontal; AtV: cara trasera; D: cara derecha; I: cara izquierda; AP: abanicado plano; CC: cono hueco Defy-3D: abanicado plano angulado. Letras diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre boquillas para cada posición vertical ( $p \leq 0,05$ ) según el Test de Kruskal-Wallis.

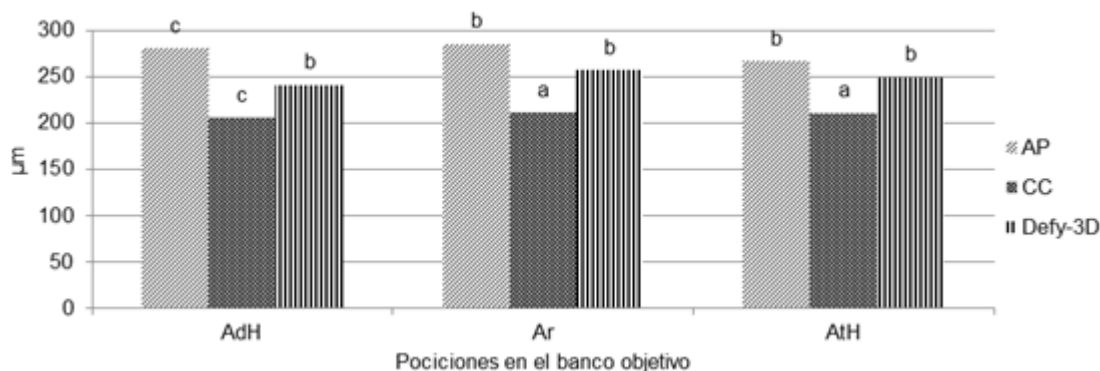
En el análisis de los valores, y a excepción de la boquilla AP en la cara trasera (AtV), en todas las posiciones verticales se lograron menos de 60 impactos.cm<sup>-2</sup>, lo que pondría en riesgo el éxito en las aplicaciones de fungicidas o insecticidas de contacto ya que el número de impactos estaría por debajo del mínimo recomendado, de 70-80 impactos.cm<sup>-2</sup> según Weber, (1982).

En cuanto al desempeño de CC, fue notoria la cantidad de impactos alcanzados en la posición AdV siendo más del doble que las otras dos boquillas, en acuerdo con lo expuesto por Panneton, (2012). El comportamiento de Defy-3D fue regular en todas las posiciones verticales sin presentar valores superiores a los obtenidos por las boquillas sin angulación, lo que podría deberse, como se mencionó, al efecto ejercido por la altura del botalón. Jensen, (2007) menciona que las mayores deposiciones se consiguen con la trayectoria de la gota perpendicular al objetivo, para lo cual se busca angular las boquillas de manera de obtener un abanico de pulverización con una angulación cercana a 90° respecto a los objetivos. Sin embargo, la teoría se corresponde si se logra mantener el ángulo de salida del líquido desde la punta de la boquilla hasta el blanco, ya que a mayor ángulo mayor es la distancia que debe recorrer la gota, siendo más importante el efecto de la gravedad sobre la misma, modificando así su angulación.

Wolf & Peng, (2011) demuestran que a mayor altura de botalón, para todas las velocidades estudiadas, peor es la llegada de las gotas a los objetivos verticales, al igual que lo informado por Jensen, (2012). Esto es de relativa importancia si se pretende realizar tratamientos con fungicidas o insecticidas ya que de utilizar el botalón demasiado alto sería dificultoso alcanzar el N° de impactos.cm<sup>-2</sup> mínimo para un adecuado control con boquillas anguladas. Este comportamiento se refleja en la Figura 5, donde la boquilla Defy-3D no alcanzó los 30 impactos.cm<sup>-2</sup> en ninguna de las posiciones verticales mientras que, las demás boquillas no alcanzaron este N° de impactos en al menos una de las caras, lo que también debería de ser considerado si el producto a aplicar posee una baja translocación en el vegetal.

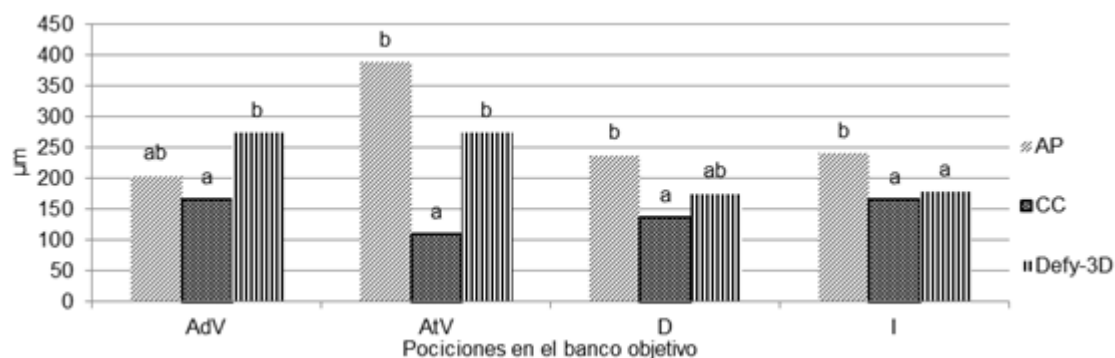
## DVM

A partir de los resultados mostrados en las Figuras 6 y 7, se puede afirmar que AP es la boquilla que genera mayor tamaño de gotas sobre la mayoría de las posiciones del objetivo, diferenciándose significativamente de CC en todas las caras, a excepción de AdV. Además, es de interés destacar que la boquilla Defy-3D presentó similar comportamiento que AP en todas las posiciones excepto en AdH e I, lo que indica que el ángulo de proyección inicial de las gotas tiene baja incidencia en el tamaño de las mismas.



**Figura 6.** Diámetro Volumétrico Mediano (DVM,  $\mu\text{m}$ ) para las boquilla, AP: abanico plano; CC: cono hueco y Defy-3D: abanico plano angulado en las posiciones horizontales. AdH: adelante horizontal; Ar: arriba; AtH: detrás horizontal. Letras diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre boquillas para cada posición horizontal ( $p \leq 0.05$ ) según el Test de Kruskal-Wallis

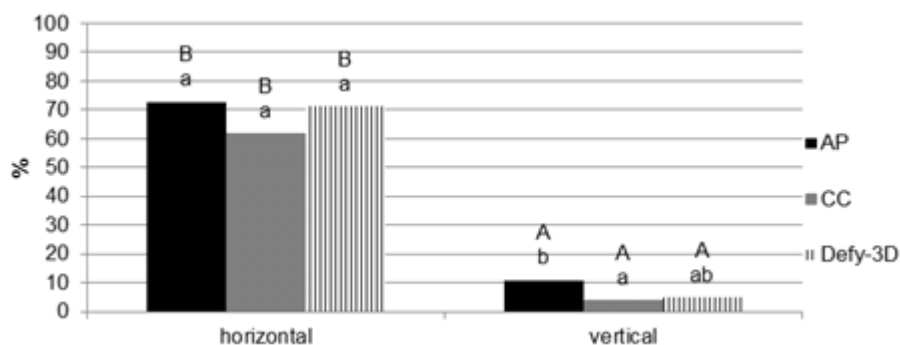
Para evaluar la homogeneidad de los DVM en las diferentes posiciones y ubicaciones para cada diseño de boquilla se calculó el coeficiente de variación (CV), obteniéndose para AP un valor del 23 %, seguido por el CC con 22 % y Defy-3D el 18 %. Estos resultados tienen gran correlación con lo que se observa en los [Figuras 6](#) y [7](#), donde AP es la boquilla con mayores diferencias en tamaño de gotas para las diferentes ubicaciones y contrariamente, Defy-3D fue el más homogéneo entre las diferentes caras.



**Figura 7.** Diámetro Volumétrico Mediano (DVM,  $\mu\text{m}$ ) para las posiciones verticales del objetivo. AdV: cara frontal; AtV: cara trasera; D: cara derecha; I: cara izquierda; AP: abanico plano; CC: cono hueco Defy-3D: abanico plano angulado. Letras diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre boquillas para cada posición vertical ( $p \leq 0,05$ ) según el Test de Kruskal-Wallis

Por otra parte, se puede afirmar que la formación de gotas gruesas según ASABE, ([2009](#)), entre 340  $\mu\text{m}$  y 403  $\mu\text{m}$ , no significa producir bajo número de impactos, en contra posición a lo expresado por Leiva, (1995). Como se observa en las [Figuras 5](#) y [7](#), la boquilla AP a pesar de generar gotas gruesas, logra un alto número de impactos en casi todas las posiciones verticales. En todas las posiciones horizontales la boquilla CC presentó similar DVM y en las caras verticales el tamaño más chico de la población de gotas se observó en la posición AtV. CC generó las gotas más finas en todas las posiciones, en algunas de ellas fueron de un tamaño menor a 150  $\mu\text{m}$ , que de acuerdo a Leiva, ([1995](#)) son más propensas a sufrir deriva y considera que un adecuado balance se obtiene utilizando gotas entre 200-250  $\mu\text{m}$  de diámetro. Bouse *et al.*, ([1990](#)) mencionan como tamaño de gotas susceptibles a derivarse las menores a 200  $\mu\text{m}$ . CC en todas las posiciones verticales presentó valores por debajo del citado, lo que implica que más de la mitad de su volumen está contenido en gotas con gran potencial de derivarse.

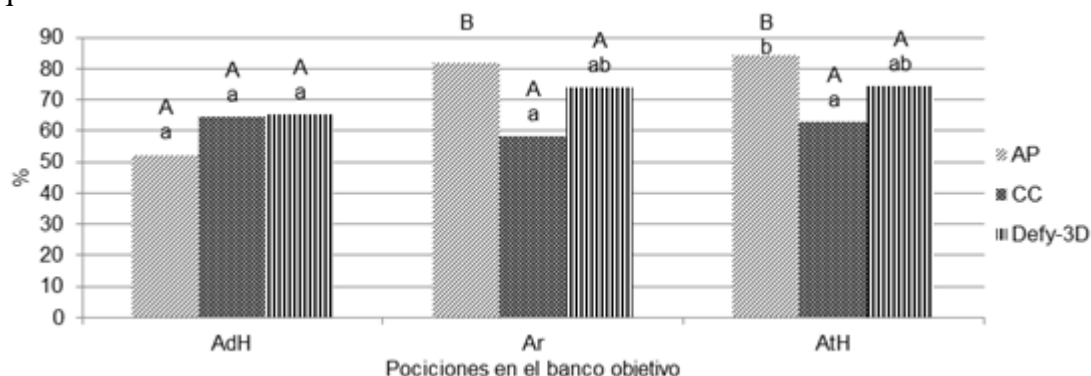
## Eficiencia



**Figura 8.** Eficiencia para las diferentes boquillas AP: abanico plano; CC: cono hueco; Defy-3D: abanico plano angulado en función de la posición en el objetivo horizontal y vertical. Letras minúsculas diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre boquillas para cada posición ( $p \leq 0,05$ ) según el Test de Kruskal-Wallis. Letras mayúsculas diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre posiciones para cada boquilla ( $p \leq 0,05$ ) según el Test de Kruskal-Wallis.

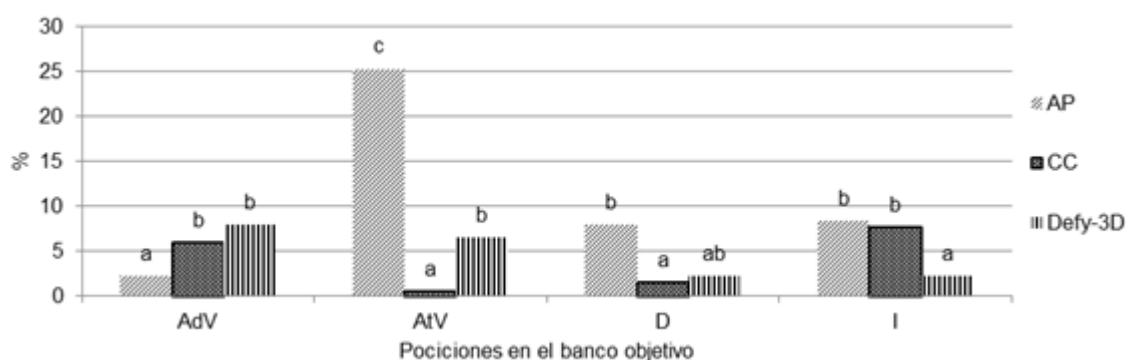
En el análisis de los valores de eficiencia lograda se observaron diferencias muy marcadas entre posiciones verticales y horizontales, independientemente de la boquilla evaluada (Figura 8). Las tarjetas horizontales lograron en promedio valores de eficiencia por encima del 60 %, mientras que en las posiciones verticales apenas se alcanzó el 11 % con la mejor alternativa, AP, siendo que las demás no superaron el 5 %. No obstante los valores, el desempeño de las boquillas fue similar en cada posición, si bien en las tarjetas horizontales no se observan diferencias significativas, AP logró los mayores porcentajes y CC los menores, con un comportamiento intermedio por parte de Defy-3D.

La eficiencia, o también llamada deposición, es una variable de respuesta que depende del tamaño de la población de gotas (DVM) y del número de impactos que logran llegar al objetivo. En función de éstas características, el software estima el volumen de las gotas y el volumen total de producto por unidad de superficie, luego lo compara con el volumen erogado para la misma superficie y obtiene así el porcentaje de eficiencia. De esta forma, el cálculo de eficiencia está pensado para superficies planas y no tridimensionales lo que puede generar valores de eficiencia muy bajos en objetivos verticales y una disminución de la eficiencia final en objetivos horizontales, puesto que las gotas que deberían de haber alcanzado estas tarjetas fueron captadas por tarjetas de posición vertical, exceptuando la posición Ar, ya que no se halla “sombreada” por algo que cause interferencia.



**Figura 9.** Eficiencia para las boquilla, AP: abanico plano; CC: cono hueco y Defy-3D: abanico plano angulado en las posiciones horizontales. AdH: adelante horizontal; Ar: arriba; AtH: detrás horizontal. Letras minúsculas diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre boquillas para cada posición ( $p \leq 0,05$ ) según el Test de Kruskal-Wallis. Letras mayúsculas diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre posiciones para cada boquilla ( $p \leq 0,05$ ) según el Test de Kruskal-Wallis.

En el [Figura 9](#), se muestran los porcentajes de eficiencia para las distintas boquillas en las posiciones horizontales. A modo general y confirmando lo observado previamente, las mayores eficiencias se visualizan sobre las caras horizontales, independientemente del diseño de boquillas. Esto puede deberse, como ya fue mencionado, a la mayor probabilidad de las gotas de impactar sobre la mayor superficie expuesta en ese plano respecto a la vertical ([Jensen, 2007; Wolf & Peng, 2011](#)), logrando eficiencias mayores al 50 % en esas caras. Pese a esto, y visto que el ensayo fue realizado en las mejores condiciones ambientales posibles, sin viento y sin accidentes topográficos, boquillas como CC presentan valores de eficiencia muy bajos para posiciones horizontales, menores al 65 %, incluso en la posición Ar donde no posee interferencias de otros obstáculos, esto debería tenerse en cuenta si se piensa en el daño ambiental que se podría generar por la pérdida de producto. Pérdidas de producto entre el 15 % y 42 %, como los que se presentan en este ensayo, son necesariamente objeto de estudio y de trabajo a fin de ser reducidas para poder trabajar de una forma ambientalmente sustentable y socialmente aceptable. También es importante mencionar que únicamente en la posición AdH las boquillas tuvieron similar comportamiento, mientras que en Ar y AtH la boquilla AP logró significativamente un 20 % más de eficiencia que CC, en tanto Defy-3D, sin diferenciarse, tuvo un comportamiento intermedio. No obstante el bajo rendimiento de CC, fue la más homogénea entre las distintas caras horizontales.



**Figura 10.** Eficiencia para las posiciones verticales del objetivo. AdV: cara frontal; AtV: cara trasera; D: cara derecha; I: cara izquierda; AP: abanico plano; CC: cono hueco Defy-3D: abanico plano angulado. Letras minúsculas diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre boquillas para cada posición ( $p \leq 0.05$ ) según el Test de Kruskal-Wallis

Cuando los objetivos se dispusieron de manera vertical, solo la boquilla AP en la posición AtV pudo superar el valor del 10 % ([Figura 10](#)) adjudicando este valor a la cantidad de impactos logrados. Estos resultados son consecuentes con los valores de Densidad de impactos obtenidos y deben ser tenidos en cuenta al momento de realizar pulverizaciones sobre objetivos mayormente verticales como especies cespitosas o control sobre espigas, ya que ni la densidad de impactos ni las eficiencias de aplicación consiguen valores que se correlacionen con una labor exitosa de control.

## Conclusiones

Es complejo alcanzar niveles de cobertura y densidad de impactos sobre objetivos con disposición vertical, a su vez el tamaño de gotas entre posiciones verticales no difiere significativamente y se halla más influenciado por el tipo de boquilla utilizada. Las angulaciones de las boquillas no mejoran la calidad de aplicación en cuanto a densidad de impactos y cobertura en las posiciones verticales y bajo las condiciones del ensayo. No se encontraron diferencias de pulverización entre objetivos con diferente tamaño en el rango de 5-10 cm.

Pese a las buenas condiciones ambientales en que se realizó el ensayo, se registraron pérdidas de producto importante en las distintas boquillas, lo que permite concluir que siempre es importante realizar una evaluación del parámetro Eficiencia de aplicación.

### Declaración de Autoría (CRedIt)

**VHM:** Conceptualización, Supervisión, Investigación, Análisis formal, Redacción – borrador original, Visualización. **FDG:** Investigación, Metodología y Recursos. **JMV:** Investigación, Metodología y Recursos. **LL:** Investigación, Curaduría de datos, Escritura – revisión y edición. **DAF:** Investigación, Curaduría de datos, Escritura – revisión y edición. **JPP:** Investigación, Metodología y Recursos. **EIP:** Investigación, Metodología, Software. **SNT:** Investigación, Análisis formal, Redacción–borrador original. **MM:** Supervisión, Adquisición de fondos, Conceptualización, Metodología, Supervisión, Redacción – borrador original

### Bibliografía

ASABE (2009) Droplet Size Classification S572.1. Norma. 2. [http://info.sprayerdepot.com/hs-fs/hub/95784/file-32015844-pdf/docs/asabe\\_s572.1\\_droplet\\_size\\_classification.pdf](http://info.sprayerdepot.com/hs-fs/hub/95784/file-32015844-pdf/docs/asabe_s572.1_droplet_size_classification.pdf)

BAUER, F. C. y RAETANO, E. (2004). Distribuição volumétrica de calda produzidas pelas pontas pulverização xr, tp e tj sob diferentes condições operacionais Volumetric Distribution of the Spray Nozzle Tips XR, TP and TJ under Different Operational Conditions. 22(2), 275–284. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582004000200015>.

BOLLER, FERREIRA & COSTA. (2011). Condições do ar e angulação das folhas influenciam a qualidade das pulverizações na cultura da soja. Revista Plantio Direto, 121, 33–37. <https://www.plantiodireto.com.br/edicoes/index?page=6>

BOUSE, L. F.; KIRK, I. W. y BODE, L. E. (1990). Effect of spray mixture on droplet size. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 33(3), 783–788. doi: 10.13031/2013.31401.

CÁCERES, D. M. (2015). Tecnología agropecuaria y agronegocios. La lógica subyacente del modelo tecnológico dominante. Mundo agrario, 16(31). <http://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/MAv16n31a08>

COMBELLACK, J. H.; WESTERNT, N. M. y RICHARDSON, R. G. (1996). A comparison of the drift potential of a novel twin fluid nozzle with conventional low volume flat fan nozzles when using a range of adjuvants. Crop Protection, 15(2), 147–152. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(95\)00089-5](https://doi.org/10.1016/0261-2194(95)00089-5)

DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M. y ROBLEDO, C. W. (2008). InfoStat (No. 2008). Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Cordoba. <https://www.infostat.com.ar/>.

DOWNER, R. A.; EBERT, T. A.; THOMPSON, R. S. y HALL, F. R. (1997). Herbicide spray distribution, quality and interactions: conflicts in requirements. Aspects of Applied Biology, 48, 79–89. [https://www.researchgate.net/profile/Timothy\\_Ebert/publication/265058910\\_Herbicide\\_spray\\_distribution\\_quality\\_and\\_efficacy\\_interactions\\_Conflicts\\_in\\_requirements/links/53fe1bb50cf23bb019bde61a/Herbicide-spray-distribution-quality-and-efficacy-interactions-Conflicts-in-requirements.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Timothy_Ebert/publication/265058910_Herbicide_spray_distribution_quality_and_efficacy_interactions_Conflicts_in_requirements/links/53fe1bb50cf23bb019bde61a/Herbicide-spray-distribution-quality-and-efficacy-interactions-Conflicts-in-requirements.pdf)

FERGUSON, J. C.; CHECHETTO, R. G.; HEWITT, A. J.; CHAUHAN, B. S.; ADKINS, S. W.; KRUGER, G. R. y O'DONNELL, C. C. (2016). Assessing the deposition and canopy penetration of nozzles with different spray qualities in an oat (Avena sativa L.) canopy. Crop Protection. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.11.013>

FERGUSON, J. C.; O'DONNELL, C. C.; CHAUHAN, B. S.; ADKINS, S. W.; KRUGER, G. R.; WANG, R.; URACH FERREIRA, P. H. y HEWITT, A. J. (2015). Determining the uniformity and consistency of droplet size across spray drift reducing nozzles in a wind tunnel. Crop Protection, 76, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.06.008>



- FRANÇA DURÃO, C. y BOLLER, W. (2017). Spray nozzles performance in fungicides applications for asian soybean rust control. *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering Agríc. Jaboticabal*, 37(4), 709–716. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v37n4p709-716/2017>
- FRIESEN, G. H. y WALL, D. A. (1991). Effect of Application Factors on Efficacy of Fluazifop-P-Butyl in Flax. *Weed Technology*, 5(3), 504–508. <https://doi.org/10.1017/s0890037x00027238>
- HANNA, H. M.; ROBERTSON, A. E.; CARLTON, W. M. y WOLF, R. E. (2009). Nozzle and carrier application effects on control of soybean leaf spot diseases. *Applied Engineering in Agriculture*. 25(2006), 5–14. doi: <https://doi.org/10.13031/2013.25424>
- HOBSON, P. A.; MILLER, P. C. H.; WALKLATE, P. J.; TUCK, C. R. y WESTERN, N. M. (1993). Spray drift from hydraulic spray nozzles: The use of a computer simulation model to examine factors influencing drift. In *Journal of Agricultural Engineering Research*, 54(4), 293–305. <https://doi.org/10.1006/jaer.1993.1022>
- HYPRO. (2016). Hypro 3D nozzles. Pentair Folleto.4. <https://www.pentair.com/en-us/products/business-industry/agricultural-products/spray-nozzles/3d.html>.
- JENSEN, K. P. (2007). Nonvertical Spray Angles Optimize Graminicide Efficacy. Source: *Weed Technology*, 21(4), 1029–1034. <https://doi.org/10.1614/WT-07-044.1>
- JENSEN, P. K. (2012). Increasing efficacy of graminicides with a forward angled spray. *Crop protection*, 32, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.10.017>.
- LEIVA, P. D. (1995). Manejo de la deriva en la aplicacion de agroquimicos. Generalidades. *INTA* 14(139), 6. [https://www.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/Microsoft%20Word%20-%20Deriva%20en%20Aplicacion%20de%20Agroquimicos.pdf?op=d&ticket\\_id=267&evento\\_id=542](https://www.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/Microsoft%20Word%20-%20Deriva%20en%20Aplicacion%20de%20Agroquimicos.pdf?op=d&ticket_id=267&evento_id=542).
- MASIÁ, R. C. (2010). Tecnología de aplicación de agroquímicos (V. J. Magdalena J.C., Castillo Herran B., Di Prinzi A., Homer Bannister I (ed.); p. 200). <https://inta.gob.ar/documentos/tecnologia-de-aplicacion-de-agroquimicos>.
- MATTHEWS, G. A.; BATEMAN, R. y MILLER, P. (2014). *Pesticide Application Methods*. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Ltd. USA. 545. [https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=ORbsdJpoN5EC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Pesticide+Application+Methods.&ots=hkbyFZuVEL&sig=EcPd9Jw-jUUCRM3IDLBJriM9\\_sE#v=onepage&q=Pesticide%20Application%20Methods.&f=false](https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=ORbsdJpoN5EC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Pesticide+Application+Methods.&ots=hkbyFZuVEL&sig=EcPd9Jw-jUUCRM3IDLBJriM9_sE#v=onepage&q=Pesticide%20Application%20Methods.&f=false).
- MERANI, V. H.; MUR, M.; RAMIREZ, F.; PONCE, M. J.; GUILINO, F. y PALANCAR, T. C. (2019). Efecto de variables operativas sobre la calidad de aplicación y la deriva en la pulverización de agroquímicos. *AgriScientia*, 36(2), 45–55. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v36.n2.19093>.
- MUR, M.; GADEA, S.; PONCE, M. J.; MARANI, V. H.; GUILINO, F. D.; BALBUENA, R. H.; VAZQUEZ, J. M. y PALANCAR, T. C. (2019). Prestación de boquillas en el control de enfermedades de trigo. *Revista Tecnología En Marcha*, 1–43. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i7.4240>
- MUR, M.; PONCE, M.; VÁZQUEZ, J.; GUILINO, F.; MERANI, V.; PALANCAR, T. y BALBUENA, R. (2018). Aplicación de agroquímicos en cultivos de soja (*Glycine max* L Merr). Evaluación del efecto de diferentes técnicas sobre la eficiencia de distribución. *Revista de La Facultad de Agronomía, La Plata*, 117(1), 77–88. <https://revistas.unlp.edu.ar/revagro/article/view/7320>.
- PANNETON, B. (2012). Image analysis of water-sensitive cards for spray coverage experiments. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 18(2), 179–182. <https://doi.org/10.13031/2013.7783>
- PRIMARY INDUSTRIES STANDING COMMITTEE. (2002). *Spray Drift Management Principles , Strategies and Supporting Information*. In PISC (SCARM) Report 82 (CSIRO PUBL, Vol. 82). <https://www.publish.csiro.au/book/3452/>.

SHAW, D. R.; MORRIS, W. H.; WEBSTER, E. P. y SMITH, D. B. (2000). Effects of Spray Volume and Droplet Size on Herbicide Deposition and Common Cocklebur ( *Xanthium strumarium* ) Control 1. 14(2), 321–326. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2000\)014\[0321:EOSVAD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2000)014[0321:EOSVAD]2.0.CO;2)

SYNGENTA. (2012). Water-sensitive paper for monitoring spray distribution (pp. 1–15). [https://www.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/Water%20Sensitive%20Paper%20Syngenta%20Agro.pdf?op=d&ticket\\_id=2388&evento\\_id=4891](https://www.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/Water%20Sensitive%20Paper%20Syngenta%20Agro.pdf?op=d&ticket_id=2388&evento_id=4891)

TEEJET. (2004). Boquillas de Pulverización. Catalogo Publicitario, 54. [https://www.teejet.com/CMSImages/TEEJET\\_ES/documents/catalogs/cat51a-es.pdf](https://www.teejet.com/CMSImages/TEEJET_ES/documents/catalogs/cat51a-es.pdf)

TOMAZELA, M. S.; MARTINS, D.; MARCHI, S. R. y NEGRISOLI, E. (2006). Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea*, do volume e do ângulo de aplicação: effects of density, volume and spraying angle. *Planta Daninha*, 24(1), 183-189. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000100023>.

TU, Y. Q.; LIN, Z. M. y ZHANG, J. Y. (1986). The effect of leaf shape on the deposition of spray droplets in rice. *Crop Protection*, 5(1), 3–7. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(86\)90031-1](https://doi.org/10.1016/0261-2194(86)90031-1)

UK, S. y COURSHÉE, R. J. (1982). Distribution and likely effectiveness of spray deposits within a cotton canopy from fine ultralow-volume spray applied by aircraft. *Pesticide Science*, 13(5), 529–536. <https://doi.org/10.1002/ps.2780130511>

WEBER R. (1982). La quatrième session du panel FAO sur la mécanisation agricole : matériels et méthodes pour l'application de pesticides pour la préparation des sols et la protection des cultures. *Machinisme Agricole Tropical*, 77, 56–63. [https://doi.org/10.1016/S0197-0186\(13\)00110-1](https://doi.org/10.1016/S0197-0186(13)00110-1)

WIRTH, W.; STORP, S. y JACOBSEN, W. (1991). Mechanisms controlling leaf retention of agricultural spray solutions. *Pesticide Science*, 33(4), 411–420. <https://doi.org/10.1002/ps.2780330403>

WOLF HARRISON, S. ; HALL, F. y COOPER, J. (2000). Optimizing postemergence herbicide deposition and efficacy through application variables in no-till systems. *Weed Science*, 48(6), 761–768. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2000\)048\[0761:OPHDAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2000)048[0761:OPHDAE]2.0.CO;2)

WOLF, R. E. y DAGGUPATI, P. N. (2009). Nozzle type effect on soybean canopy penetration. *Applied Engineering in Agriculture*, 25(1), 23–30. <https://doi.org/10.13031/2013.25426>

WOLF, T. M. y PENG, G. (2011). Improving Spray Deposition on Vertical Structures : The Role of Nozzle Angle , Boom Height , Travel Speed , and Spray Quality. *Pest Technology*, 5, 67–72. [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/OnlinePT\\_5\\_S11.html](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/OnlinePT_5_S11.html)

XIE HAISHENG, S.; CALDWELL, B. C.; HSIAO, A. I.; QUICK, W. A. y CHAO JIAN FU. (1995). Spray deposition of fenoxaprop and imazamethabenz on wild oat (*Avena fatua*) as influenced by environmental factors. *Weed Science*, 43(2), 179–183. <https://doi.org/10.1017/s0043174500081030>

---

MERANI, V. H.; GUILINO, F. D. ; VAZQUEZ, J. M. ; LARRIEU, L. ; FERRO, D. A. ; PLATZ, P. ; TOURN, S. N. ; PEREIRA, E. I., & MUR, M. Pulverizaciones agrícolas. Distribución y pérdidas de producto con diferentes boquillas. *Revista Ciencias Agronómicas*, (41), e030. <https://doi.org/10.35305/agro41.e030>

Copyright (c) 2023 Merani, V. H., Guilino, F. D., Vazquez, J. M., Larrieu, L., Ferro, D. A., Platz, P., Tourn, S. N., Pereira, E. I. y Mur, M.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).