

## Efecto del coadyuvante sobre la prestación de diferentes boquillas en espigas de Trigo

Mur Matilde<sup>1</sup>[0000-0002-6055-2638], Merani Victor<sup>1</sup>[0000-0002-0681-7535], Guilino Facundo<sup>1</sup>[0000-0002-2337-3833], Ponce Mariano<sup>1</sup>[0000-0002-9917-0282], Vazquez Juan Manuel<sup>1</sup>[0000-0001-5825-3834], Larrieu Luciano<sup>1</sup>[0000-0002-9520-158X], Giambelluca, Ana Laura<sup>1</sup>, Balbuena Roberto<sup>1</sup>[0000-0001-8675-3318]

<sup>1</sup> CISSAF Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, La Plata, Buenos Aires, Argentina  
matilde\_mur@hotmail.com

**Resumen.** Las enfermedades fúngicas en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) ocasionan pérdidas importantes en rendimiento y calidad de los granos. Los coadyuvantes deben considerarse como herramientas de manejo que mejoran el nivel de desempeño de los fitosanitarios. Se realizaron ensayos sobre espigas de un cultivo de trigo en antesis temprana (estado Z61) para evaluar el efecto de la adición de coadyuvante sobre la prestación de diferentes pastillas. El ensayo fue conducido en un esquema factorial de 4x2 con 10 repeticiones. Los factores fueron cuatro pastillas: abanico plano (XR11002), doble abanico asimétrico con aire inducido (AI3070), doble abanico simétrico con aire inducido (AI3030), cono hueco (TXA8002), y la adición de un coadyuvante polifuncional. Se utilizaron tarjetas hidrosensibles y el programa CIR 1.5<sup>®</sup> para la determinación de densidad de impactos ( $\text{imp cm}^{-2}$ ) y el Diámetro Volumétrico Mediano ( $\mu\text{m}$ ), y mediante el uso del trazador Azul Brillante se determinó la deposición (%). Se realizó análisis de la varianza y las medias fueron comparadas por el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). La inclinación en 70° hacia atrás, mejora la cantidad de depósito sobre la espiga respecto a ángulos menores. La utilización de gotas finas y direcciones múltiples como las de la boquilla de cono hueco aumentan la deposición. El efecto del coadyuvante sobre las boquillas, no es concluyente y no se encontraron beneficios significativos en el uso de los mismos. La utilización de este tipo de coadyuvante provocó que la vena líquida se rompiera en un mayor número de impactos de menor diámetro.

**Keywords:** Palabras clave: Deposición, doble abanico; aire inducido.

### 1 Introducción

El trigo (*Triticum aestivum*) es el cereal de invierno más importante de la Argentina. Una de las principales problemáticas asociadas a este cultivo, es el manejo sanitario. La presencia de enfermedades foliares y de la espiga provocan grandes reducciones en el rendimiento y en la calidad de los granos. Para lograr disminuir el desarrollo de las mismas, se hace hincapié en la aplicación de fungicidas en el momento oportuno. En el caso de la fusariosis de la espiga (*Fusarium graminearum*), la aplicación debe ser en forma preventiva, con productos fungicidas que actúen principalmente como de contacto, por lo cual deben ser aplicados inmediatamente antes de la ocurrencia de la infección. [1] menciona que el momento óptimo para realizar el control es aproximadamente una semana después del inicio de la floración, máxima exposición de las anteras, pero generalmente las dificultades operativas para la aplicación condicionan

un tratamiento tardío. Este hecho pone de manifiesto que los resultados poco satisfactorios en el control químico a campo radican en la dificultad en alcanzar las anteras con la aspersión por la estructura de la espiga, en las técnicas de aplicación y en las condiciones ambientales al momento de la aplicación.

Experiencias usando fungicidas demuestran un amplio rango de eficiencia de acuerdo a múltiples factores tales como la elección del fungicida, el momento y método de aplicación, considerando los tipos de picos pulverizadores y las condiciones climáticas presentes durante el momento de aplicación como determinantes del éxito de la aplicación [2]. [3], establece que el éxito o fracaso de un tratamiento fitosanitario depende de cuatro factores básicos: buena calidad del agua, correcta elección de producto y dosis, momento oportuno de control y calidad de la aplicación. [4] citan que una buena aplicación implica una correcta distribución del fitosanitario, con mínimas pérdidas. Todas aquellas gotas que no lleguen al blanco, o que aun habiéndolo alcanzado no permanezcan retenidas sobre él, constituyen una pérdida de producto que reduce la eficiencia de la aplicación y se conoce genéricamente como deriva. La tecnología ha desarrollado dispositivos para disminuir las pérdidas por deriva, con la creación de nuevas boquillas, ya sean dotadas de pre-orificio o con inducción de aire, aumenta así el diámetro de gotas y disminuye la proporción de aquellas más propensas a la deriva. Sin embargo, existen opiniones encontradas en cuanto a la eficacia de las mismas. Al aumentar el tamaño de gota manteniendo constante el volumen de aplicación necesariamente se estará disminuyendo la cantidad de gotas formadas [5].

Para que la aplicación de agroquímicos sea adecuada, es necesario seleccionar el tamaño de gotas conforme a las condiciones climáticas imperantes durante el momento de la aplicación [6]. En este sentido, las gotas formadas por las boquillas de pulverización pueden tener su tamaño alterado por la presión de trabajo, formulación del producto utilizado, tipo y conformación de la boquilla. Estos últimos son los responsables de la calidad de la aplicación e interferirán sobre el caudal, cobertura del blanco y en la uniformidad de distribución del caldo.

La eficiencia de una pulverizadora puede estar afectada por la mala elección de las boquillas o estado avanzado de desgaste, mala ubicación en el botalón, altura inadecuada o por la presión de trabajo no aconsejada. Las boquillas son elementos básicos para una correcta uniformidad de distribución del producto sobre el cultivo y/o el suelo. Se debe elegir el tipo y modelo de boquilla de acuerdo al volumen que se va a pulverizar por hectárea, el producto, la plaga y el cultivo a tratar [7].

Al respecto, [8] sugiere para aplicaciones de fungicidas sistémicos una cobertura mínima de 30 a 40 gotas cm<sup>-2</sup>, mientras que, [9] establece un mínimo de 20 a 30 impactos cm<sup>-2</sup> como norma general para productos sistémicos. [10] recomienda una densidad de al menos 50 a 70 impactos cm<sup>-2</sup> para proporcionar resultados satisfactorios en la aplicación de fungicidas. En tanto que, [11] y [12] acuerdan que 60 impactos cm<sup>-2</sup> son necesarios cuando se realizan tratamientos fúngicos para alcanzar eficacia biológica, dejando de lado los efectos de cobertura, características de la población de gotas, tamaño de gotas, amplitud relativa, uniformidad de distribución y recuperación de la solución aplicada sobre el objeto de aplicación. La amplitud relativa da una referencia de la homogeneidad de la clase de gotas que llegan al objetivo, cuanto más chico sea el número, más homogéneo es el espectro de gotas.

Sin embargo, además de la densidad de impactos, también es importante el diámetro de gotas para este tipo de productos. [13], recomiendan un diámetro de gotas (diámetro volumétrico mediano - DVM) entre 200  $\mu$ m y 300  $\mu$ m (gotas finas a medianas, según norma ASABE S572.1) como ideales para aplicaciones de fungicidas

sistémicos, relacionando el tamaño de la gota con la capacidad de deposición de las mismas, siendo que gotas finas (entre 106  $\mu\text{m}$  y 235  $\mu\text{m}$ , según ASABE S572.1) propician mayor cobertura pero presentan mayor riesgo de deriva. [14] encontraron menor diámetro de las gotas, mayor densidad y cobertura para las boquillas de cono hueco respecto a boquillas de abanico plano, bajo condiciones controladas. Sin embargo, estas últimas presentaron mayor uniformidad, atribuible, en principio, al perfil de distribución. Similares resultados presentaron [15], sobre un cultivo de soja (*Glycine max* (L) Merr) en R5, asociando la mejor distribución en el canopeo de las boquillas de cono hueco con la mayor cantidad de impactos de menor DVM, tanto en el estrato superior como en el inferior; las boquillas de doble abanico, en cambio, con un espectro de gotas de finas a medianas (entre 106  $\mu\text{m}$  y 340  $\mu\text{m}$ , según norma ASABE S572.1), no tuvieron mayor penetración después de los 0,20 m. Por su parte, [16] obtuvieron mejores porcentajes de cobertura, tanto en la espiga como en la hoja bandera de un cultivo de trigo, cuando pulverizaron con gotas finas (entre 106  $\mu\text{m}$  y 235  $\mu\text{m}$ , según norma ASABE S572.1).

Conforme a lo mencionado hasta aquí, la aplicación eficiente requiere una cobertura adecuada de la superficie objetivo con gotas de tamaño apropiado. La elección del patrón de gotas es muy difícil de definir, ya que depende de una serie de interacciones en la cual interviene el tipo de producto fitosanitario, su modo de acción, su formulación, la ubicación de la plaga, el tamaño de la plaga, las características de la superficie de la plaga y las condiciones ambientales [17]. Además de estar afectado por el diseño de la punta de pulverización, el patrón de gotas producido también sufre influencia de la presión de trabajo y de las características físicas del caldo que varían de acuerdo con la formulación del producto y el tipo de adyuvante que se utiliza. Debido a que la utilización de estos aditivos se ha incrementado notablemente en los últimos tiempos, es importante evaluar las características físicas que estas sustancias le confieren al caldo de pulverización y las posibles variaciones que pueden presentarse en el espectro de distribución. De hecho, el rendimiento de las boquillas pulverizadoras puede ser sustancialmente modificado a causa de los coadyuvantes, afectando tanto el proceso de formación de las gotas como el comportamiento de estas en contacto con el blanco, alterando el riesgo potencial de deriva de la aplicación [18].

Los coadyuvantes deben considerarse como herramientas de manejo que mejoran el nivel de desempeño de los fitosanitarios y la consistencia de los resultados. En este sentido, [19] encontraron una disminución de la capacidad antiderivante al evaluar la interacción de dos coadyuvantes comerciales, un tensioactivo y un antiderivante, utilizados conjuntamente durante el proceso de aplicación de agroquímicos. Por su parte, [20] evaluaron la influencia de diferentes adyuvantes multifuncionales asociados a cuatro formulaciones de glifosato en el control de *Digitaria insularis* L. La maleza mostró una alta sensibilidad a las diferentes formulaciones de glifosato, aunque la adición de los adyuvantes al caldo de pulverización, independientemente del tipo de sal, no tuvo beneficios significativos en el control de la misma, sin un aumento en la velocidad de acción del herbicida. [21] evaluaron el efecto de la adición de coadyuvantes (surfactantes) a los fungicidas en el control de enfermedades foliares y de la espiga en trigo. Los resultados demostraron que la adición de adyuvantes al caldo de pulverización interfirió positivamente en el desempeño de los fungicidas y afectó significativamente la severidad de enfermedades, el número de granos por espigas, la productividad y el retorno económico. De la misma manera, [22] estudiaron la combinación de adyuvantes y fungicidas sobre las características fisicoquímicas del caldo de pulverización y el control de enfermedades foliares en los cultivos de trigo y soja. Los mismos concluyeron que la adición de coadyuvantes al caldo de pulverización

redujo significativamente la tensión superficial de la mezcla respecto al fungicida sin aditivos, atribuyendo a esta característica la menor severidad e incidencia de enfermedades.

[23] evaluaron la interacción de dos boquillas, abanico plano inclinado y abanico plano con inducción de aire, con diferentes adyuvantes de uso agrícola en la estimación del riesgo potencial de deriva. Los resultados determinaron que la boquilla con aire inducido obtuvo el mayor DVM, menor porcentaje de gotas  $\leq 100 \mu\text{m}$ , menor riesgo potencial de deriva y espectro de gotas más uniforme en comparación a la de abanico plano inclinado. La adición de adyuvantes, independientemente de sus propiedades, minimizó los riesgos potenciales de deriva en la boquilla de abanico plano inclinado en tanto que, en la de aire inducido, únicamente el polímero vegetal tuvo este efecto, siendo el más eficiente. [24] estudiaron la influencia de diferentes aditivos y boquillas en la deriva de glifosato. Los autores concluyeron que la reducción de la deriva de glifosato está relacionada con la selección correcta de la boquilla de pulverización. Las boquillas con aire inducido proporcionaron menor deriva que la boquilla de abanico plano convencional, así como menor densidad de impactos y mayor DVM en el objeto de aplicación. El comportamiento de los adyuvantes fue dispar, NP-10® y Emultec R® aumentaron la deriva mientras que Grap 'Oil®, Grap Super Gun®, Iharol® y Dash HC® disminuyeron la densidad de gotas derivadas cuando se utilizaron con la boquilla XR, en comparación con el testigo sin coadyuvantes. [25] evaluaron la incidencia de dos tensioactivos sobre el grado de cobertura, tanto en tarjetas hidrosensibles como en hojas de cultivo de soja, mediante el empleo una boquilla de abanico plano 80015 a 300 kPa de presión. El agregado de tensioactivos al caldo de pulverización incrementó el grado de cobertura, dado principalmente por un aumento en el DVM de los impactos que alcanzaron los objetivos. El nivel de cobertura logrado estuvo afectado por las características superficiales del blanco. [26] encontraron una tendencia al aumento en la densidad de impactos con el uso de tensioactivos. Los mismos mencionan que los adyuvantes con tensioactivos se usan con la finalidad de disminuir la tensión superficial e incrementar la adherencia por una mayor superficie de contacto, contrariamente a lo que ocurre cuando se utiliza agua como dispersante que produce efectos de alta tensión superficial lo que provoca que las gotas adopten la forma esférica, con poca superficie de contacto y con tendencia al escurrimiento. Del mismo modo, [27] indican que la reducción de la tensión superficial de las gotas aumenta las posibilidades de retención de las mismas, mientras que [23] encontraron que la adición de adyuvantes minimizó los riesgos potenciales de deriva en boquillas de abanico plano inclinado y abanico plano con inducción de aire. En tanto, [28] trabajaron con dos tipos de coadyuvante, aceite agrícola metilado y ésteres metílicos de ácidos grasos de aceites vegetales, para la aplicación de herbicidas en el control de malezas de hoja ancha. Encontraron que el uso de ésteres generó mayor cantidad de gotas finas a muy finas, probablemente por una mayor reducción de la tensión superficial del agua, con la consecuente pérdida de gotas en el ambiente de trabajo. A este efecto también le adjudicaron el “corrimiento” del DVM, observándose una diferencia entre la lectura del software y la clasificación de la tabla que aporta la marca de boquillas utilizadas.

[29] demostraron que las gotas gruesas (entre  $341 \mu\text{m}$  y  $403 \mu\text{m}$ , según norma ASABE S572.1) generadas por boquillas con aire inducido y la disposición de dos boquillas (una hacia adelante y otra hacia atrás), aumentan la deposición en objetivos verticales y horizontales de un cultivo de cereal. Los mismos aseguran que al aumentar el ángulo entre las dos boquillas, también aumentan los depósitos en dichos objetivos. También [30] sugieren, para un control eficiente de las enfermedades en

espiga, utilizar boquillas anguladas hacia atrás y una población de gotas medianas (entre 236  $\mu\text{m}$  y 340  $\mu\text{m}$ , según norma ASABE S572.1) o con aire inducido. Además, encontraron una tendencia hacia una mayor deposición sobre la cara trasera de las espigas respecto a la delantera, para todas las boquillas utilizadas. Sin embargo, el abanico con aire inducido y con una inclinación de 10° hacia atrás presentó la mayor deposición en ambas caras, mientras que el abanico convencional la menor. Por su parte, [31] recomiendan trabajar con boquillas de abanico plano orientadas en la dirección de avance, con una inclinación respecto a la horizontal de 30° hacia abajo y asistidas con una corriente de aire, asegurando una mayor deposición y cobertura sobre las caras de la espiga. En este sentido, [32] demostraron que los depósitos sobre espigas de trigo aumentaron a medida que la inclinación de la boquilla de abanico plano variaba de 10° a 40°.

En razón de lo expuesto, la pulverización es la forma de aplicación más común y difundida de fitoterápicos, pero sus resultados son variables y complejos, lo que hace importante su evaluación.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, el presente trabajo tiene por objetivos evaluar el efecto del agregado de coadyuvante en la prestación de distintas boquillas sobre el cultivo de trigo.

## 2 Materiales y métodos

Los ensayos tuvieron lugar en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (34° 59' S, 57° 59' W), situada en la localidad de Los Hornos de la ciudad de La Plata, Argentina. Las aplicaciones se efectuaron sobre un cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) en la etapa de anthesis temprana, estado Z61 según escala de Zadocks et al., (1974), correspondiente al período de cultivo de mayor susceptibilidad a la infección por *Fusarium graminearum*. Para realizar las aplicaciones, se utilizó un equipo pulverizador hidráulico montado con un tanque de 400 l de capacidad, ancho de labor de 8,4 m, portapicos múltiples distanciados a 0,525 m y altura de botalón respecto a la espiga de 0,35 m. La velocidad de desplazamiento del conjunto fue de 2,45 m s<sup>-1</sup>, la presión de trabajo de 300 kPa y la tasa de aplicación para todos los tratamientos de 103 l ha<sup>-1</sup>, en correlación con los volúmenes que se utilizan para tratamientos de fungicidas. Para las aplicaciones se utilizó agua y se agregó un trazador de tipo alimenticio, Azul Brillante (FD&C Azul No. 1) en una dilución de 13,073 g l<sup>-1</sup>. Con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de un aditivo a la mezcla, se incorporó un coadyuvante polifuncional marca Rino® en una dosis de 30 ml hl<sup>-1</sup>. El mismo es un nonilfenol polietilenglicol éter que tiene las propiedades de ser adherente, dispersante, emulsionante, humectante y tensioactivo.

Las condiciones meteorológicas promedio durante el ensayo fueron de cielo descubierta, temperatura media de 29,4 °C, humedad relativa del 42% y velocidad del viento de 4,5 km h<sup>-1</sup> con ráfagas de hasta 11,3 km h<sup>-1</sup>.

Se utilizó un diseño factorial de 4x2 con diez repeticiones distribuidas completamente al azar. Se evaluaron cuatro diseños de boquillas, abanico plano 11002 (AP11002), cono hueco 8002 (TXA8002), doble abanico simétrico con inducción de aire 11002 (AI3030) y doble abanico asimétrico con inducción de aire 11002 (AI3070) que definieron los tratamientos. Cada uno de ellos fue evaluado con agua y con la mezcla de agua y coadyuvante, estableciéndose así dos subtratamientos para cada uno (Tabla 1).

**Table 1.** Boquillas utilizadas y condiciones operativas del conjunto tractor pulverizadora. P: presión de trabajo; q: caudal erogado por la pastilla; Va: velocidad de desplazamiento del conjunto; VA: volumen de aplicación; T: tratamiento; AP11002: boquilla de abanico plano 11002; TXA8002: boquilla de cono hueco; AI3030: boquilla doble abanico simétrico con inducción de aire; AI3070: boquilla doble abanico asimétrico con inducción de aire; St: Subtratamientos; Sc: sin el agregado de coadyuvante; Cc: con el agregado de coadyuvante

| Boquillas            | Presión (KPa) | q (l min <sup>-1</sup> ) | Va (m s <sup>-1</sup> ) | VA (l ha <sup>-1</sup> ) | Ángulo de pulverización                                      | tipos de gotas (µm)* | T       | St       |
|----------------------|---------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--|----------------------|---------|----------|
| Albuz AP11002®       | 300           | 0,8                      | 2,45                    | 103                      | 110°   | Fina                 | AP11002 | Sc<br>Cc |
| Teejet TXA 8002®     | 300           | 0,8                      | 2,45                    | 103                      | 80°  | Fina                 | TXA8002 | Sc<br>Cc |
| Hypro GAT 11002®     | 300           | 0,8                      | 2,45                    | 103                      | 110° con inclinación en 30° hacia adelante 30° hacia atrás** | Media                | AI3030  | Sc<br>Cc |
| Teejet AI3070 11002® | 300           | 0,8                      | 2,45                    | 103                      | 110° con inclinación en 30° hacia adelante 70° hacia atrás** | Media                | AI3070  | Sc<br>Cc |

\*clases de gotas de las boquillas de acuerdo a ASABE S572.1 (ASABE, 2009)

\*\*Inclinaciones con respecto al plano vertical central de la boquilla

Se estableció como objetivo de medición la espiga. La misma fue evaluada a través de dos metodologías. Por un lado, se determinó la deposición del caldo por medio de la cuantificación del trazador adicionado al mismo (Azul Brillante, FD&C Azul No. 1), conforme a la metodología propuesta por [33]. Para ello, luego de realizada la aplicación y del secado del pulverizado sobre el cultivo, se recolectaron diez espigas por repetición y se colocaron en recipientes individuales y herméticos. En el laboratorio, las muestras de material se lavaron con 30 ml de agua destilada y mediante un espectrofotómetro se realizó la lectura de fluorescencia del residuo recolectado. Con la medida de fluorescencia y a partir de curvas de calibración realizadas con concentraciones conocidas de trazador, se determinó la cantidad de pulverizado por espiga.

Por otro lado, se utilizaron tarjetas hidrosensibles Syngenta® de 3" x 1" a fin de caracterizar la población de gotas que alcanzó el objetivo. Para esto, mediante un tubo cilíndrico apoyado sobre la espiga, se colocaron cuatro tarjetas hidrosensibles simulando las caras de la misma: anterior, posterior, derecha e izquierda. Las tarjetas fueron digitalizadas con una resolución de 1200 dpi y procesadas por medio del programa CIR 1.5. Se realizó el conteo y cálculo de las variables repuesta sobre el promedio de cinco ventanas de medición. Las mismas fueron: Densidad de impactos (DI, imp. cm<sup>-2</sup>) y Diámetro Volumétrico Mediano (DVM, µm).

Los datos obtenidos se analizaron mediante un ANOVA factorial y los promedios se compararon mediante la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, con un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$ .

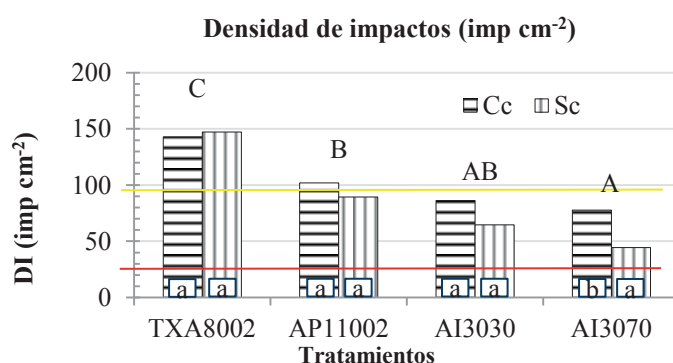
### 3 Resultados y discusión

#### 3.1 Densidad de Impactos (DI)

En la Figura 1 se presenta el promedio de densidad de impactos sobre la espiga para cada tratamiento, con y sin el agregado de coadyuvante. En un análisis general de los valores, la boquilla TXA8002 tiene los mayores valores en tanto que, AI3030 y



AI3070 las menores densidades de impactos y AP11002 un comportamiento intermedio. No obstante esto, únicamente TXA8002 se diferencia significativamente de los demás tratamientos, mientras que AP11002 lo hace solamente de AI3070. La mayor densidad de impactos de la boquilla TXA8002 fue en parte informada por [14] y [16], quienes atribuyeron estos resultados al espectro de gotas de menor tamaño de las boquillas de cono hueco respecto a las demás. Relacionado a esto es que las gotas pequeñas tienen mayores probabilidades de depositarse que un mismo volumen representado por gotas más grandes, lo que explica el bajo rendimiento de AI3030 y AI3070. Estos resultados se corresponden con los de [24] quienes encontraron menor porcentaje de deriva y menor densidad de impactos con las boquillas con aire inducido respecto a la boquilla de abanico plano convencional.



**Fig. 1.** Densidad de impactos sobre la espiga para cada tratamiento y subtratamiento. AP11002: abanico plano 11002; TXA8002: cono hueco 8002; AI3030: doble abanico simétrico con aire inducido 11002; AI3070: doble abanico asimétrico con aire inducido 11002; Cc: con el agregado del coadyuvante; Sc: sin el agregado del coadyuvante. Letras minúsculas diferentes en las columnas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según el test de LSD Fisher entre subtratamientos para cada boquilla. Letras mayúsculas diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según el test de LSD Fisher entre tratamientos

Los resultados corroboran las dificultades de las gotas para alcanzar el objetivo vertical, vinculadas a la propia estructura de la espiga y su orientación, siendo relativamente más fácil que las mismas alcancen las partes orientadas horizontalmente, como la hoja bandera. El bajo desempeño de las boquillas AI3030 y AI3070 no coincide con las recomendaciones de [30] respecto a la utilización de boquillas anguladas hacia atrás y una población de gotas medianas o inducidas con aire para un control eficiente de las enfermedades en espiga. No obstante esto, todas las boquillas alcanzaron el mínimo de 20 a 30 impactos  $\text{cm}^{-2}$  que establece [9] para productos sistémicos, como así también las 30 a 40 gotas  $\text{cm}^{-2}$  recomendadas por [8] para alcanzar eficiencia biológica en tratamientos fúngicos con productos sistémicos. Sin embargo, en este tipo de cultivo, la estructura y fisiología de la espiga hacen que los productos fungicidas actúen principalmente como de contacto y no sistémicos [1], requiriendo para su control un mínimo de 60 impactos  $\text{cm}^{-2}$  recomendados por [11] y [12] y hasta 70 impactos  $\text{cm}^{-2}$  de acuerdo a [10]. La boquilla AI3070 es la que registra los menores valores, por lo que en este parámetro no alcanza una mayor aptitud con respecto a las demás. En este sentido, esta alternativa sería la más complicada en alcanzar el número de impactos requerido ya que la densidad de impactos promedio sobre la espiga fue de 61 gotas  $\text{cm}^{-2}$ , en tanto que las demás opciones (AI3030, AP11002 y TXA8002) lo superan, sin comprometer la aplicación. Sin embargo, AI3030 con 76 impactos  $\text{cm}^{-2}$

sobre la espiga, apenas logran los requerimientos anteriormente mencionados, siendo probable que se ponga en riesgo la eficacia de la aplicación si las condiciones ambientales empeoran.

En cuanto al efecto de la adición del coadyuvante Rino® sobre la variable densidad de impactos, únicamente el tratamiento AI3070 presentó significativamente mayor número de impactos con el agregado del aditivo al caldo de pulverización. No obstante esto, se manifiesta en los tratamientos una tendencia hacia una mayor densidad de impactos con la adición del coadyuvante salvo para la boquilla TXA8002. La mayor DI, por la incorporación del coadyuvante, puede deberse a la menor tensión superficial de las gotas lo que permite que las mismas se aplanen más y reboten menos y se adhieran más al objetivo, aumentando la densidad de impactos en el mismo. En coincidencia con esto, [26] encontraron una tendencia al aumento de la DI con el uso de adyuvantes. Los mismos mencionan que los adyuvantes con tensioactivos se usan con la finalidad de disminuir la tensión superficial e incrementar la adherencia por una mayor superficie de contacto, contrariamente a lo que ocurre cuando se utiliza agua como dispersante que produce efectos de alta tensión superficial lo que provoca que las gotas adopten la forma esférica, con poca superficie de contacto y con tendencia al escurrimiento. Del mismo modo, [27] indican que la reducción de la tensión superficial de las gotas aumenta las posibilidades de retención de las mismas, mientras que [23] encontraron que la adición de adyuvantes minimizó los riesgos potenciales de deriva en boquillas de abanico plano inclinado y abanico plano con inducción de aire.

Si bien las diferencias son insignificantes, el menor número de impactos de la boquilla de cono hueco ante la incorporación del aditivo pudo deberse a la conjunción de gotas de tamaño fino y condiciones ambientales de 29,4 °C y 42% de HR registradas al momento de la aplicación. Estas variables pudieron predisponer a una mayor termoderiva de las gotas y consecuentemente un menor número de impactos en los objetivos cuando se utilizó el coadyuvante. La disminución de la tensión superficial del líquido por el agregado del coadyuvante pudo ocasionar un rompimiento de la vena líquida en un mayor número de gotas de menor tamaño, resultando en un diámetro de gota menor al mencionado por el fabricante y susceptible de ser derivado. Estos factores podrían reducir la mejora producto del efecto de una mayor retención de las gotas en el objetivo por una menor tensión superficial. No obstante la explicación dada anteriormente, el comportamiento de XRA8002 coincide con lo mencionado por [19] quienes encontraron que el uso de tensioactivo puro incrementó significativamente la cantidad de líquido derivado.

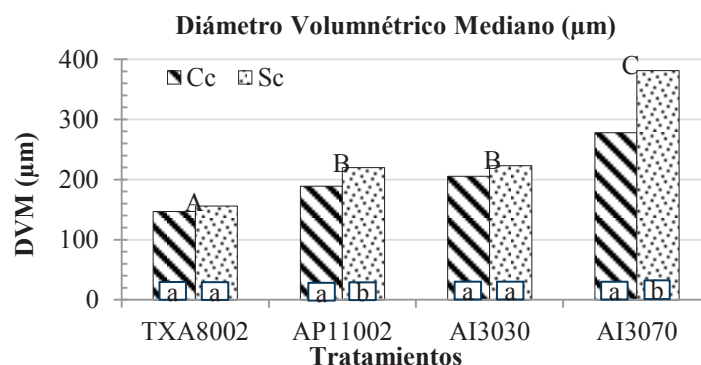
### 3.2 Diámetro Volumétrico mediano (DVM)

El Diámetro Volumétrico Mediano (DVM o DV0.5) es el diámetro de la gota que separa la población de gotas ordenadas de menor a mayor en dos mitades de igual volumen de líquido [6]. En la Figura 2 se grafican los valores promedio de esta variable sobre la espiga para cada tratamiento y subtratamiento. En un análisis general, TXA8002 presentó significativamente los menores DVM, mientras que AI3070 tuvo significativamente los mayores diámetros y AP11002 y AI3030 un comportamiento intermedio sin diferenciarse estadísticamente entre sí.

Los resultados, fueron consecuentes con los tamaños de gotas que caracterizan a las boquillas, TXA8002 y AP11002 tuvieron los menores diámetros, mientras que AI3030 y AI3070 los mayores valores. Estas diferencias fueron en parte informadas por [23] y [24] quienes además hicieron hincapié en los menores riesgos potenciales



de deriva de las boquillas con aire inducido respecto a las convencionales. Los menores DVM de la boquilla de cono hueco respecto al abanico plano convencional, coinciden con lo informado por [14] y [15] al evaluar similares boquillas bajo condiciones controladas y sobre un cultivo de soja respectivamente. Sin embargo, los menores diámetros de TXA8002, 150  $\mu\text{m}$  aproximadamente en promedio, no entran dentro de las recomendaciones de [13] para aplicaciones de fungicidas sistémicos, ya que las mismas propician mayor riesgo de deriva. Los mismos autores sugieren gotas entre 200  $\mu\text{m}$  y 300  $\mu\text{m}$  como ideales para este tipo de aplicaciones, siendo el abanico plano convencional y AI3030 las que mejor se ajustan a estos diámetros, con un DVM de 205  $\mu\text{m}$  y 214  $\mu\text{m}$ , respectivamente. La boquilla de doble abanico asimétrico alcanzó valores de DVM de 330  $\mu\text{m}$ , lo que supone que las gotas difícilmente puedan atravesar el canopeo y por lo tanto queden retenidas en los estratos superiores. Similares resultados fueron obtenidos por [15] sobre un cultivo de soja en R5 donde las boquillas de doble abanico con un espectro de gotas de finas a medianas no tuvieron mayor penetración de los 0,20 m.



**Fig. 2.** Diámetro Volumétrico Mediano (DVM) sobre la espiga para cada tratamiento y sub-tratamiento. AP11002: abanico plano 11002; TXA8002: cono hueco 8002; AI3030: doble abanico simétrico con aire inducido 11002; AI3070: doble abanico asimétrico con aire inducido 11002; Cc: con el agregado del coadyuvante; Sc: sin el agregado del coadyuvante. Letras minúsculas diferentes en las columnas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según el test de LSD Fisher entre subtratamientos para cada boquilla. Letras mayúsculas diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según el test de LSD Fisher entre tratamientos

Un análisis diferente se puede realizar cuando se comparan los DVM de las poblaciones de gotas que alcanzaron el objetivo con el informado por los fabricantes para cada boquilla, de acuerdo a la presión de trabajo y caudal de las mismas. En este sentido, TXA8002, AP11002 y AI3030 presentan como DVM de referencia valores de 193  $\mu$ , 219  $\mu$  y 333  $\mu$  (Dowling, 2017\*) respectivamente, mientras que las poblaciones de gotas que alcanzaron las espigas presentaron valores de DVM menores a los citados. Estos resultados reafirman que las gotas de menor tamaño, independientemente del DVM de la boquilla, alcanzan una menor velocidad final de caída y quedan suspendidas por más tiempo en el aire lo que las deja expuestas a condiciones de evaporación y a ser arrastradas por el viento y depositarse en la espiga. En cambio, las gotas de mayor tamaño por su peso y velocidad de caída, tienden a quedar retenidas en superficies horizontales de los estratos superiores, como sucede con la hoja bandera en el cultivo de trigo.

Al analizar los DV0.1 de referencia (diámetro de gota por debajo del cual se encuentra el 10% del volumen total del líquido pulverizado), los mismos tienen la misma tendencia que se observó para los DVM, la boquilla TXA8002 con  $97 \mu$  es la de menor DV0.1, seguido por AP11002 con  $108 \mu$  y AI3030 con  $166 \mu$  (Dowling, 2017<sup>1</sup>). Si bien las diferencias entre diseños de boquillas son chicas, principalmente entre las convencionales, los valores demuestran la gran proporción de gotas finas que se generan cuando se trabaja con pulverizaciones hidráulicas, independientemente del diseño de boquilla utilizado.

De acuerdo a la ficha de datos de AI3070, la misma posee un DV0.5 de  $270 \mu$ , valor menor al que se encontró en la espiga. Esto estaría indicando que la población de gotas que alcanzó el objetivo es más gruesa que la población de gotas que salió de la boquilla, lo que puede deberse a las condiciones atmosféricas de temperatura y humedad relativa, que pudieron disminuir por evaporación el tamaño de las gotas, afectando en mayor medida a las más chicas. Además, se puede adjudicar estos mayores DV0.5 a una inexactitud de la metodología, siendo que algunas gotas visualizadas en el papel podrían ser el resultado del solapamiento de varias gotas, por lo que el diámetro de las gotas tomado por el programa sería la combinación del diámetro de varias gotas pequeñas y no de una grande.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por [28] quienes en la evaluación de diferentes boquillas hallaron discrepancia en el tamaño de las gotas (DVM) entre la lectura del software y la clasificación de la tabla que aporta la marca de las boquillas utilizadas.

En el análisis del efecto de la adición del coadyuvante al caldo de aplicación sobre la variable Diámetro Volumétrico Mediano, los resultados no fueron los esperados. Todos los tratamientos obtuvieron un DVM menor cuando se incorporó el aditivo a la mezcla, siendo las diferencias significativas en los tratamientos AP11002 y AI3070. De acuerdo a las propiedades del aditivo utilizado (adherente, dispersante, emulsionante, humectante y tensioactivo) se hubiese esperado un aumento del DVM por una disminución de la tensión superficial de las gotas. En acuerdo con esto, [25] obtuvieron un incremento del grado de cobertura, dado principalmente por un aumento en el DVM con el agregado de tensioactivo al caldo. La menor tensión superficial del caldo de aplicación provoca que las gotas cuando impactan en el objetivo de aplicación se expanden y disminuya el ángulo de contacto con la superficie, aumentando así su mojabilidad. Estas características se traducen en una mayor impronta de las gotas sobre las tarjetas hidrosensibles y consecuentemente un mayor diámetro. Contrariamente, las boquillas presentaron un menor diámetro volumétrico mediano con el coadyuvante, lo que implica una población de gotas de menor tamaño y consecuentemente mayores riesgos de deriva. Existen antecedentes que avalan una disminución en el DVM por la incorporación de un tensioactivo al caldo de aplicación. En este sentido, [18] obtuvieron una disminución del DVM cuando utilizaron un surfactante como coadyuvante respecto al agua como testigo. Estos resultados permiten acordar con la hipótesis ad hoc de [28] quienes adjudican al uso de ésteres metílicos de ácidos grasos de aceites vegetales la capacidad de una mayor reducción de la tensión superficial del agua, con la consecuente pérdida de gotas en el ambiente de trabajo por una mayor producción de gotas finas y muy finas, lo que traería aparejado un corrimiento del DVM. En este sentido, y en coincidencia con los resultados, [19] encontraron un incremento significativo de líquido derivado cuando utilizaron tensioactivo puro en relación con el agua. Del mismo modo, [17] menciona que la dis-

<sup>1</sup> Dowling, L. 2017. Pesticide Application Technology Laboratory de la Universidad de Nebraska para Pentair. Comunicación Personal

minución de la tensión superficial del caldo produce una disminución en el tamaño de las gotas y un aumento en el ángulo de aspersión.

De acuerdo a los resultados, los efectos del aditivo pueden ser contrapuestos. Por un lado, la utilización de este tipo de coadyuvante en la mezcla provocó que la vena líquida se rompiera en un mayor número de impactos de menor diámetro que si las condiciones ambientales son favorables, el DVM de la población de gotas que alcanza el objetivo disminuye. Si las condiciones ambientales favorecen a una evaporación y exoderiva, las gotas de menor tamaño no alcanzan el objetivo y consecuentemente el DVM de esa población aumenta.

Conforme a lo analizado hasta aquí, los resultados no fueron lo suficientemente decisivos como para concluir respecto al efecto del coadyuvante. Esto podría deberse a la complejidad del proceso de aplicación donde confluyen distintos factores como tamaño de boquilla, presión de trabajo, velocidad de avance, altura de botalón, características del caldo, condiciones ambientales al momento de la aplicación y características de la superficie objetivo que interactúan de manera diferente según el diseño de la boquilla, afectando directa e indirectamente a la población de gotas. En este sentido, [17] menciona que los coadyuvantes pueden generar interacciones entre la densidad, viscosidad y tensión superficial y pueden afectar de manera diferente a una boquilla de abanico plano que a una del tipo cono hueco.

### 3.3 Deposición (%)

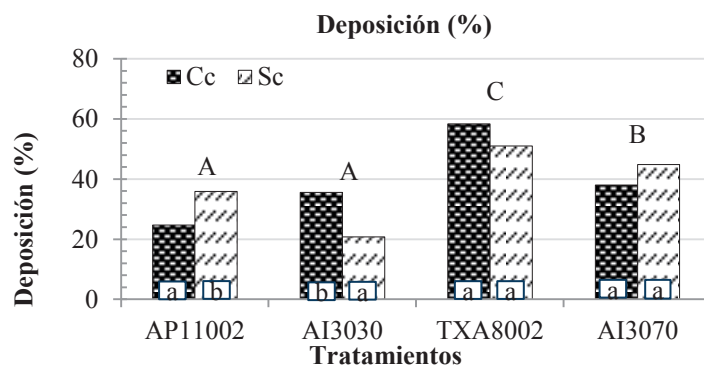
En lo referente a la recuperación del producto sobre la espiga, independientemente de la incorporación o no del coadyuvante al caldo (Figura 3), la boquilla TXA8002 registró los mayores valores, cercanos al 55%, diferenciándose significativamente de los demás tratamientos, en tanto que AP11002 y AI3030 presentaron los menores porcentajes, cercanos al 30%, pero sin diferenciarse entre sí. En tanto, AI3070 con un porcentaje de depósito de 41,5% tuvo un comportamiento intermedio, significativamente diferente a las demás boquillas. Estos resultados ponen en discusión las dificultades para las recomendaciones de la dosis de producto, dadas las diferencias de deposición que se alcanzan. No existe una tendencia clara y los resultados no permiten asociarlos a una única variables que pueda explicar los diferentes comportamientos. Esto implicaría que el tamaño reducido de las de la población de gotas de la boquilla de cono hueco convencional favoreció en mayor medida la retención del caldo sobre la estructura vertical. La proyección angulada de AI3070 mejoró significativamente la deposición sobre la espiga con respecto a los demás abanicos planos, pero fue significativamente inferior a TXA8002. Estos resultados parecen indicar que a pesar de la intrincada e irregular superficie de la espiga, no se alcanza una adecuada captación y retención de la solución asperjada cuando aumenta el DVM de la población de la población de gotas.

Los resultados concuerdan con lo mencionado por con [13] quienes asocian la deposición con el tamaño de gotas, siendo que gotas finas resultan en mejor cobertura y penetración. Sin embargo, difieren en parte con lo mencionado por [29] quienes demostraron que las gotas gruesas aumentan la deposición en objetivos verticales y horizontales, corroborándose con el mayor DVM de AI3070. Estos últimos autores también aseguran que, al aumentar el ángulo entre las boquillas dobles, aumentan los depósitos en los objetivos, lo que fue ratificado en este trabajo por los mayores porcentajes de deposición de AI3070 respecto a AI3030. Esto mismo fue informado por [31] adjudicando a la angulación de 60° hacia adelante (inclinación respecto a la horizontal de 30° hacia abajo) una mayor deposición y cobertura sobre las caras de la

espiga. Del mismo modo, [29] mejoraron significativamente la deposición total sobre objetivos verticales cuando utilizaron la boquilla AI3070 11003 respecto a AIXR 11003 y AITTTJ60 11003, adjudicando principalmente este comportamiento a un incremento del depósito en la cara posterior del objetivo.

En el análisis comparativo de las boquillas doble abanico respecto al abanico convencional, AI3070 alcanzó un 37% más de deposición respecto a AP11002 en tanto que AI3030 produjo un 7% menos de deposición. En parte estos valores acuerdan con [32] respecto a un incremento en la deposición a medida que la inclinación de la boquilla aumenta de 10° a 40°. Sin embargo, y de acuerdo a los resultados del ensayo, la inclinación en 30° de la alternativa AI3030 no fue suficiente para mejorar los depósitos, siendo necesaria una mayor angulación para incrementar los mismos. Del mismo modo, [5] encontraron un 73% más de deposición sobre la espiga cuando trabajaron con boquillas doble abanico TJ608002 en comparación con un abanico plano, atribuyendo esta mejoría al doble perfil de pulverizado.

De los resultados obtenidos se desprende que el diseño de la boquilla afecta significativamente los volúmenes recogidos en el objetivo, en coincidencia con [29] La combinación de una pulverización dirigida hacia el objetivo junto con un tamaño de gota reducido, pareciera ser la mejor alternativa para lograr una mayor tasa de recuperación sobre objetivos verticales, en condiciones atmosféricas compatibles con dicho tamaño, escasa velocidad de viento, temperaturas no demasiado altas y alta humedad relativa.



**Fig. 3.** Deposición (%) sobre la espiga para cada tratamiento y subtratamiento. AP11002: abanico plano 11002; TXA8002: cono hueco 8002; AI3030: doble abanico simétrico con aire inducido 11002; AI3070: doble abanico asimétrico con aire inducido 11002; Cc: con el agregado del coadyuvante; Sc: sin el agregado del coadyuvante. Letras minúsculas diferentes en las columnas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según el test de LSD Fisher entre subtratamientos para cada boquilla. Letras mayúsculas diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según el test de LSD Fisher entre tratamientos

Las metodologías de evaluación utilizadas presentan ventajas y desventajas que resultan complementarias al momento de realizar un análisis completo de los parámetros de caracterización de la aplicación. Por un lado, el análisis digital de las tarjetas hidrosensibles permite de manera rápida y sencilla caracterizar el espectro de gotas con el que se está aplicando. Por otro lado, la utilización de trazadores posibilita realizar estudios de deposición en objetivos naturales, siendo una técnica de fácil manipulación, confiable y económica, en acuerdo con [33].

En lo que respecta al efecto del coadyuvante sobre el porcentaje de líquido recogido, únicamente se observaron diferencias significativas sobre la espiga con las boqui-

llas AP11002 y AI3030, aunque el resultado no fue el mismo para los dos tratamientos. Con la boquilla AI3030 se logró significativamente mayor deposición cuando se agregó el coadyuvante al caldo, mientras que con AP11002 se observó lo opuesto.

El comportamiento diferencial de los tratamientos ante la adición del coadyuvante, permite agrupar a las boquillas en dos grupos. Por un lado, los picos de tipo abanico convencional y doble abanico asimétrico que tuvieron una respuesta negativa a la incorporación del coadyuvante al caldo y, por otro lado, el cono hueco convencional y el doble abanico simétrico que se mostraron favorecidos por el agregado del coadyuvante. Estos resultados exponen nuevamente que el efecto del coadyuvante sobre las boquillas no es concluyente y coincide con lo observado por [20] quienes no encontraron beneficios significativos en el uso de aditivos, luego de evaluar diferentes coadyuvantes multifuncionales. Contrario a estos resultados, [21] demostraron que la adición de adyuvantes al caldo de pulverización interfirió positivamente en el desempeño de los fungicidas. Del mismo modo, [22] concluyeron que la adición de coadyuvantes al caldo redujo significativamente la tensión superficial de la mezcla, atribuyendo a esta característica la menor severidad e incidencia de enfermedades. Si bien en el ensayo no se evaluó la acción de un fungicida y su interacción con el coadyuvante, lo observado hasta aquí indicaría que no hubo modificaciones contundentes en la aplicación que permitan adjudicarle al aditivo un efecto positivo sobre las características del caldo.

## 4 Conclusiones

De los resultados, se desprende la importancia de la selección de las boquillas acorde al objetivo de aplicación y a las condiciones climáticas al momento de la misma. La inclinación en 70° hacia atrás, mejora la cantidad de depósito sobre la espiga respecto a ángulos menores. La utilización de gotas finas y direcciones múltiples como las de la boquilla de cono hueco aumentan la deposición en el objetivo vertical. Respecto al efecto del coadyuvante sobre las boquillas, no es concluyente y no se encontraron beneficios significativos en el uso de los mismos. La utilización de este tipo de coadyuvante en la mezcla provocó que la vena líquida se rompiera en un mayor número de impactos de menor diámetro que si las condiciones ambientales son favorables, el DVM de la población de gotas que alcanza el objetivo disminuye. Si las condiciones ambientales favorecen a una evaporación y exoderiva, las gotas de menor tamaño no alcanzan el objetivo y consecuentemente el DVM de esa población aumenta.

## Bibliografía

1. Villar de Galich, M.T. 2004. Fusariosis de la espiga. Desarrollo de Cultivares Resistentes. Revista Idia XXI: N°6 pp: 50-57. INTA EEA Marcos Juárez. Disponible en: <http://anterior.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/trigo09.pdf> Último acceso: Enero 2020.
2. Díaz de Ackermann, M. y Kholi, M.M. 2013. Chemical control of Fusarium head blight of wheat. En: Alconada, T.M. y Chulze, S.N. (eds.). Fusarium head blight in Latin American, Pp. 175-189
3. Leiva, P. D. 2013. Ámbito de recomendación de aditivos o coadyuvantes en pulverizaciones agrícolas. INTA Pergamino. 10 pp. Recuperado a partir de: [http://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_pergamino\\_mbito\\_de\\_recomendacin\\_de\\_aditivos\\_o\\_co.pdf](http://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_pergamino_mbito_de_recomendacin_de_aditivos_o_co.pdf) Último acceso: Junio 2018.

4. Onorato, A. & M.O. Tesouro. 2006. Pulverizaciones agrícolas terrestres. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, vol 1, 168 pp
5. Olivet, J.J., Villalba, J. y Schenzer, D. 2013. Optimización de la tecnología de aplicación en cultivos extensivos. Proyecto Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria 260. 40 pp. Recuperado a partir de: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1375/1/18429170314125051.pdf> Último acceso: Enero, 2019
6. Texeira, M.M. 2010. Estudio de la población de gotas de pulverización. En: Red "PULSO". Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. p. 67-76.
7. Inostroza Fariña J. 2009. Manual de Papa para la Araucaria: Manejo de Plantación. Instituto de Investigación Agropecuaria, Ministerio de Agricultura Centro Regional Carillanca. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36470>. Último acceso: 11/7/2017.
8. Ozeki Y. 2006. Manual de aplicação aérea. São Paulo: Centro Avançado Syngenta. Editora do Autor. 101 pp.
9. 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): 54-63
10. Syngenta Crop Protection. 2004. Watersensitive paper for monitoring spray distribution. Bul. Ag CH-4002. Syngenta Crop Protection, Basel, Switzerland.
11. Bonini, J. V. 2003. Tecnología de aplicação de fungicidas na cultura da soja. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil. 82 pp.
12. Gandolfo, M. A., Bueno, J., Torres Pereira, J., Sánchez, W., Zanni, B. F. y Belani, R. B. 2007. Avaliação da qualidade da aplicação com diferentes pontas de pulverização e diferentes volumes de aplicação na soja. *Anais I Simpósio em Engenharia Rural*. Universidade Estadual do Paraná Bandeirantes, Brasil. pp. 43-47
13. Antuniassi, U. R. y Boller, W. 2011. Tecnología de aplicação de fungicidas. En: Antuniassi, U. R. y Boller, W. (Eds.) Tecnología de aplicación para culturas anuales. Paso Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF. pp. 221-229
14. Herrera Prat, M. I., Rodrigues, G. J. y Teixeira, M. M. 2008. Características operacionales de las boquillas de pulverización hidráulica de chorro plano y cónico hueco. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 17, núm. 3, pp 61 - 67. Recuperado a partir de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93215941013> Último acceso: Enero, 2019.
15. Gálvez, R. M., Vinciguerra, F. M., Rodríguez, W., Sabaté, S., Soldini, E. A , Devani, M. R., Olea, I. L. y Ploper, D. 2010. Evaluación de la penetración del asperjado producido por diferentes boquillas en aplicaciones terrestres orientadas al control de la roya de la soja. Recuperado a partir de: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/01/1-dow-agro-evaluacion-de-la-penetracion-del-asperjado-producido-por-diferentes-boquillas-en-aplicacion-terrest.pdf>. Último acceso: Enero, 2019.
16. Derksen, R. C., Paul, P. A, Ozkan, H. E. y Zhu, H. 2012. Field evaluations of application techniques for fungicide spray deposition on wheat and artificial targets. *Applied Engineering in Agriculture*. 28(2):325-331.
17. Sarubbi, C. A. 2010. Tecnología de aplicación de productos fitosanitarios en equipos pulverizadores terrestres. 1ª ed. – Buenos Aires: Universidad Nacional de Buenos Aires. 304 pp.
18. Miller, P. C. H. y Butler Ellis, M. C. 2000. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. *Crop Protection*, 19 (8-10):609-615.
19. Cid, R., Duro, S., Masiá, G. y Venturelli, L. 2009. Uso de tensioactivos y antiderivantes en forma simultánea: evaluación de interacciones. Instituto de Ingeniería Rural – C.N.I.A. – INTA – Castelar. 5 pp. Recuperado a partir de:



- [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-tensio\\_antideriva.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-tensio_antideriva.pdf) Último acceso: Enero, 2019.
20. Dan, H. A., Lemos Barroso, A. L., Gomes Moraes Dan, L., Rezende Finotte, T. y Feldkircher, C. A. 2010. Adjuvantes multifuncionais associados ao herbicida Glyphosate no controle de *Digitaria insularis*. *Global Science and Technology*, 3 (2): 30 – 38.
  21. Rodrigues de Souza, B. J., Perez, P. H., Bauer, F. C., Raetano, C. G., Weirich, P. H. y Garcia, N. L. C. 2014. Adjuvantes em pulverizações de fungicidas na cultura do trigo. *Ciência Rural*, Santa Maria, 44 (8): 1398-1403.
  22. Garcia, L. C., Machado Júnior, C.R., Bochnia, G. P., Weirich Neto, P.H. y Raetano, C.G. 2016. Adjuvants in fungicide spraying in wheat and soybean crops. *Eng. Agric., Jaboticabal*, v. 36, n. 6, pp. 1110-1117. Recuperado a partir de: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162016000601110](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162016000601110) Último acceso: Enero, 2019
  23. Madureira, R. P., Raetano, C. G. y Cavalieri J. D. 2015. Interação pontas-adjuvantes na estimativa do risco potencial de deriva de pulverizações. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19 (2):180–185.
  24. Martini, A. T., Avila, L. A., Camargo, E. R., Moura, D. S., Marchezan, M. G. y Pivetta, A. P. 2015. Influência de adjuvantes e pontas de pulverização na deriva de aplicação do Glyphosate. *Planta Daninha, Viçosa-MG*, 33 (2) :375-386.
  25. Tesouro, M.O., Fuica, A.M., Masiá, G., Venturelli, L. y Smith, J. 2003. El uso de tensioactivos y su relación con el porcentaje de cobertura. *RIA*, 32 (1): 89-98.
  26. Stoletniy, I., J. Olivet & J. Villalba. 2014. Tamaño de gota, volumen de aplicación y uso de adyuvante en la deposición y control de mancha amarilla (*Pyrenophora tritici – repentis*) en trigo. *Agrociencia Uruguay – Volumen 18- 1*: 97-104.
  27. van Zyl, S.A., Brink, J., Calitz, F.J., Coertze, S. y Fourie, P.H. 2010. The use of adjuvants to improve spray deposition and *Botrytis cinerea* control on chardonnay grapevine leaves. *Crop Protection*, 29 (1): 58-67.
  28. Massaro, R.A., A. García & M. Kahl. 2017. Efecto de dos coadyuvantes en el control de malezas en barbecho químico con dos técnicas de pulverización terrestre. Para Mejorar la Producción/56. Estación Experimental Agropecuaria Oliveros Centro Regional Santa fe. pp. 115-122
  29. Wolf, T.M., y Caldwell, B.C. 2004. Evaluation of double nozzle spray deposits on vertical targets. *Aspects of Applied Biology* 71(1):99-106.
  30. Parkin, C.S., Millar, P. C. H., Magan, N., Aldred, D., Gill, J. y Orson, J. H. 2006. The deposition of fungicides on ears to control *Fusarium* ear blight and the mycotoxin contamination of grain. *Aspects of Applied Biology*, 77(2): 445 - 452.
  31. Halley, S., Van, E. G., Hofman, V. y Misek, K. 2010. Best methods for applying fungicides to grain heads using air-assist sprayers. North Dakota State University (NDSU) and Michigan State University. 4 pp. Recuperado a partir de: [https://library.ndsu.edu/ir/bitstream/handle/10365/10438/ae1480\\_2010.pdf?sequence=1](https://library.ndsu.edu/ir/bitstream/handle/10365/10438/ae1480_2010.pdf?sequence=1) Último acceso: Enero, 2019.
  32. Elliott, R. H. y Mann, L. W. 1997. Control of wheat midge, *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) at lower chemical rates with small-capacity sprayer nozzles. *Crop protection* 16: 235-242.
  33. Palladini, L. A., Raetano, C. G. y Velini, E. D. 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Scientia Agrícola (Piracicaba, Braz)*, v.62, n.5, pp. 440-445. Recuperado a partir de: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162005000500005&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162005000500005&script=sci_arttext&tlng=es) Último acceso: Diciembre, 2018.