



## Aplicaciones con equipos terrestres en cultivos extensivos: “EL MUNDO DEL REVÉS”.

Massaro, R.A.

Profesional Asociado INTA EEA Oliveros. Matrícula Profesional CIASFE2 82-2-1368



Palabras clave: pulverización terrestre. cultivos extensivos. El mundo del revés..

### Introducción

En Argentina es muy conocida la canción de la cantautora María Elena Walsh<sup>1</sup> pensada, tal vez, para los niños. Sin embargo, puede ser muy útil para analizar diversos aspectos de nuestra forma de actuar. En este caso, lo vamos a utilizar para revisar los aspectos relacionados con la pulverización terrestre de plaguicidas en situaciones del sistema de producción con cultivos extensivos.

### 1. Concepto APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS.

Diversos autores han definido el concepto de la **Aplicación de plaguicidas** (Matuo y otros, 2001; Etiennot, 2005). Todos hacen énfasis, como primer principio, que la práctica de pulverización debe basarse en los **conocimientos científicos o técnicos**. La aplicación de plaguicidas es un concepto integra-

do que tiene su origen y operación en ese tipo de información, no en la intuición o en el “me parece”, “me gusta”, “creo que”. Basados en esos conocimientos se define la técnica de pulverización (se configura la pulverización) para lograr la mejor eficacia y mínimo riesgo de pérdida de productos que generan externalidades negativas y afecten a otros y contaminen. Cuando se trabaja sin recurrir a ellos o aceptarlos, se actúa bajo el “paraguas” de la **ideología**. Este concepto se define como el “conjunto de ideas fundamentales que caracteriza el pensamiento de una persona” (Diccionario de la Real Academia Española). En este caso en relación a las prácticas agronómicas relativas a la pulverización y que se constituyen en un paradigma.

En este artículo iremos desglosando las partes que componen la práctica de la pulverización terrestre en cultivos extensivos, en su forma real y su contraste con lo técnico-científico.

### 2. Altura de trabajo del botalón.

En nuestro país muchos recomiendan pulverizar **con botalón a mucha altura**, especialmente cuando hay follaje, para mejorar la penetración de las gotas.

Esta información (altura del botalón) está disponible en las hojas con tablas de las boquillas ofrecidas por las diferentes empresas. Por ejemplo, en las Figuras 1 y 2 se muestra la altura recomendada por Teejet para sus boquillas.

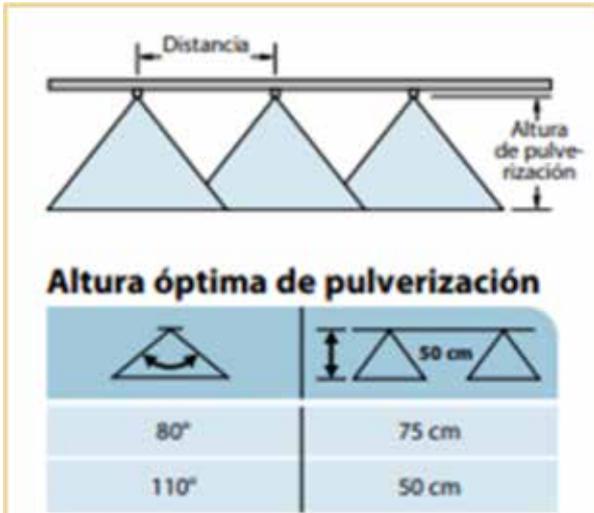
Un aspecto muy importante es que la excesiva altura produce grandes pérdidas de gotas (y por lo

---

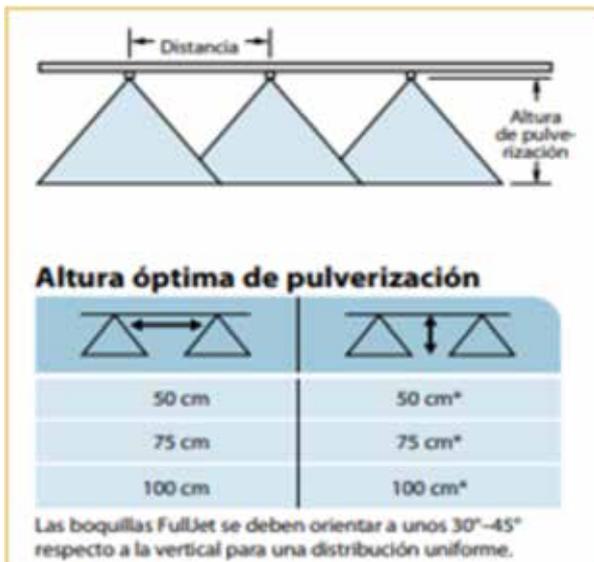
(1) *Me dijeron que en el Reino del Revés  
Nada el pájaro y vuela el pez.  
Que los gatos no hacen miau y dicen yes  
Porque estudian mucho inglés.*

Estróbillo:

*Vamos a ver cómo es  
El Reino del Revés  
Vamos a ver cómo es  
El Reino del Revés*



F1 Figura 1. Alturas recomendadas para boquillas abanico plano con ángulo de aspersión de 80 y 110°.



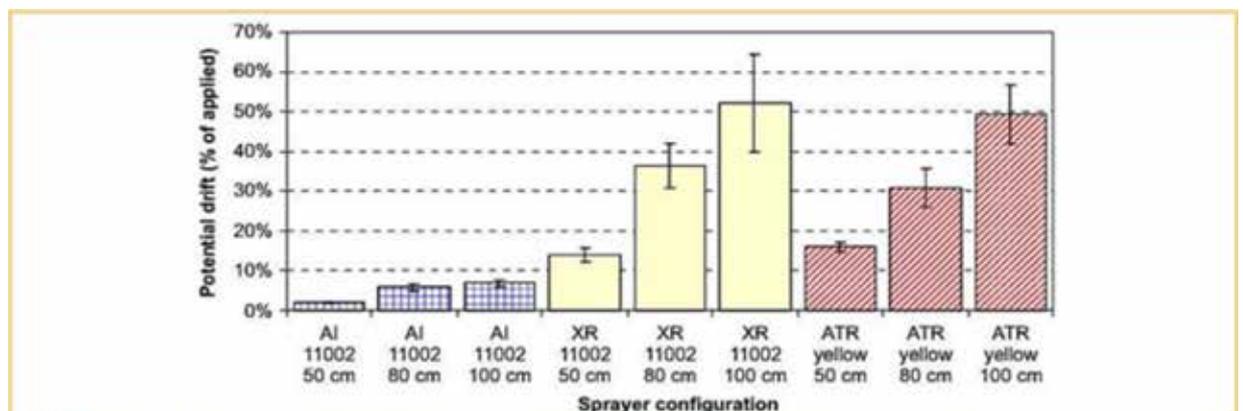
F2 Figura 2. Alturas recomendadas para boquillas como lleno para distintas distancias entre picos.

tanto de productos) cuando se utilizan boquillas hidráulicas. Balsari y otros (2007) midieron este efecto, comparándolas con boquillas hidroneumáticas (aire inducido). En la Figura 3 puede observarse la deriva de tres tipos de boquillas: abanico plano simple AI=asistida por aire; abanico plano simple XR; cono hueco ATR), a diferentes alturas de pulverización (50, 80 y 100 cm). **Ésta puede ser la causa de tratamientos ineficaces en el campo: la conjunción de tipo de boquilla, tamaño de las gotas, y altura de botalón.** Según estos estudios, cuando deba elevarse el botalón por razones operativas (en situación de barbechos químicos), las boquillas que **deben utilizarse para minimizar la deriva son las de aire inducido o asistidas por aire** (hidroneumáticas).

En general los operarios establecen la altura del botalón “a ojo”, ya que la mayoría de los pulverizadores carecen de sensores y se guían por las recomendaciones de trabajar con mucha altura.

*Lo correcto sería considerar la distancia entre picos, el tipo de boquilla utilizada y su ángulo de pulverización. A la altura técnicamente calculada se le suman unos 15-20 cm por la oscilación normal o aceptable de los botalones. Las boquillas abanico plano deben superponerse en un 30 % de su pulverización dado que son de distribución desuniforme. Los conos huecos o conos llenos deben tocar sus conos de pulverización por encima del objetivo de trabajo.*

**LA ALTURA DEL BOTALÓN NO DEBE SER LA QUE “ME PARECE”.**



F3 Figura 3. Deriva porcentual de tres boquillas, a tres alturas de pulverización (Balsari, 2007)



### 3. Que los filtros deben ser malla fina

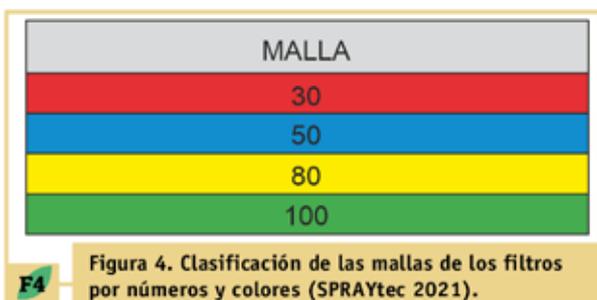
En el circuito de pulverización pueden existir varios filtros: filtro de succión; filtro de aspiración, primario o prebomba; filtro protector del caudalímetro; filtros de líneas y filtros en los picos.

El primero es para asegurar agua limpia físicamente si es que se toma en una fuente que pueda tener partículas. El segundo protege la bomba de los elementos extraños que puedan estar en el caldo. El protector de caudalímetro es para proteger este componente de alguna partícula desprendida de la bomba centrífuga. Los filtros en los picos serían para que las boquillas no se ensucien u obturen.

El filtrado debería ser en una escala de menor a mayor malla. Las mallas se miden en mech (n° de hilos en una pulgada lineal). Pero existe un aspecto que debe ser tenido muy en cuenta para definir las mallas de los filtros: **las formulaciones de los productos agregados en el caldo a pulverizar.**

Desde hace varios años, los plaguicidas son formulados en suspensiones concentradas o “floables”. Esto significa que hay partículas del producto insolubles en el agua y en solventes que quedan suspendidas en el caldo. Estas partículas son las que obturan los filtros de malla muy fina (100), lo que significa que este producto no saldrá por las boquillas y dificultará el funcionamiento del sistema aspersor. Por eso el filtro de aspiración o primario debe ser de malla grande (20-30 mech y aún menor) para facilitar el paso del producto. Luego los filtros protectores del caudalímetro y de línea deberían ser de malla 50. Y en los picos no deberían utilizarse filtros de malla o colocarse filtros ranurados de calidad.

En la Figura 4 puede observarse una clasificación de los filtros.



*En síntesis, el filtrado debe realizarse teniendo en cuenta las formulaciones con partículas: mallas grandes en los primeros filtros y como máximo, mallas 50 en la línea.*

### 4. Que no hacemos deriva...

La deriva, como fenómeno real, ha sido definida como el “desplazamiento de un plaguicida fuera del blanco determinado, transportado por masas de aire o por difusión” (Norma ASABE S-327.1 de la American Society for Agricultural Engineers Standard). Es muy frecuente que se entienda como deriva sólo a “lo que se va fuera del lote pulverizado” y cause daño a algún cultivo cercano, en forma lateral, en la superficie. Pero no se incluye el ascenso vertical de los productos por corrientes de aire convectivas o por viento (generalmente ascendente).

Uno de los factores más fuertemente ligados a la deriva es la **tecnología de pulverización**, donde el **tipo de boquillas y el tamaño de las gotas** juegan un papel decisivo. El origen de la estandarización del tamaño de las gotas y su relación con la **deriva** es del año 1985, realizada por la British Crop Protection Council (BCPC), en Inglaterra (Wolf, 2010). Este Instituto diseñó un índice que llamaron **Diámetro Volumétrico Medio (DMV)**.

Actualmente se aplica esa clasificación, con alguna actualización, por las empresas que diseñan y comercializan internacionalmente sus componentes para pulverización, conocidas como pastillas o boquillas. Así se puede extraer esta información de los Catálogos de diferentes marcas. Por ej.: Teejet publica en su Catálogo, en la página 136, la escala que aplica a la evaluación de sus boquillas (Figura 5) y el DVM de una de sus boquillas (Figura 6). En la Figura 7 se presenta el DVM de una boquilla de cono hueco marca Magnojet.

*En el campo, las situaciones de deriva en superficie están determinadas por el uso de boquillas hidráulicas, las que producen gran cantidad de gotas finas, derivables (menores a 200 micrones), aún a bajas presiones. **Con estas boquillas siempre se trabaja con deriva, aunque no se registra en superficie.***



## 5. Que las gotas finas son las mejores... en eficacia.

Está “instalada” en el pensamiento –y por lo tanto en las prácticas de muchos profesionales, aplicadores, empresas- que las pulverizaciones **con gotas finas o muy finas** son más eficaces en el control de plagas que con el uso de gotas grandes o muy grandes. En el punto 4 vimos la clasificación de las pulverizaciones de acuerdo con el DVM, publicada por las diferentes marcas de boquillas (Teejet, Magnojet, Albus, etc.). Así podemos apreciar que las pulverizaciones con boquillas de cono hueco (de 2 piezas o una pieza) generan gotas finas y muy finas y por ende de alta deriva. Esto significa que se pierden productos y a los blancos de trabajo llega menor cantidad que lo cargado en el tanque del pulverizador.

Para poder considerar la eficacia de una técnica de pulverización se deben realizar experimentos donde se comparen **diferentes tamaños de gotas con los mismos plaguicidas y el mismo objetivo de control**.

Con este objetivo se han realizado ensayos en distintos países. Así, Abelino y otros (2013) no encontraron diferencias en el control de las malezas (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) y (*Digitaria spp.*), utilizando la boquilla AI11003VS, que tiene gotas más grandes, con respecto a la XR11003VS, aplicando glifosato y paraquat en forma separada.

Feng y otros (2009), estudiaron el efecto del tamaño de las gotas sobre la retención, absorción y translocación del 14C-glifosato en maíz resistente al glifosato. Utilizaron gotas gruesas, medianas y finas. Los resultados mostraron que las gotas grandes tienen una retención ligeramente reducida en el maíz, pero tienen una mayor absorción, lo que resulta en una mayor translocación del glifosato a los tejidos sumideros en crecimiento.

Massaro y otros (2021) no encontraron diferencias de control de *Conyza spp.* en situación de doble golpe, utilizando boquillas hidroneumáticas (AI) con gotas grandes y gotas finas de boquillas hidráulicas (cono lleno y abanico plano).

## 6. Que las gotas finas tienen mayor penetración en el follaje.

En pulverizaciones terrestres, la penetración de las gotas para llevar productos a estratos internos o inferiores de follaje muy tupido depende del tamaño inicial de las gotas en la boquilla y del recorrido desde ahí hasta el blanco. El vehículo o transportador de los productos es el agua, por lo que este asunto está directamente relacionado con la **Vida Media de las Gotas**. Vale decir, con la evaporación del agua de las gotas. Este índice ha sido definido como el **Tiempo (segundos) que demora una gota en llegar a la mitad de su tamaño** (Amsden, 1962 en Matthews, 1993).

**Vida media de una gota (seg)**

$$\frac{(\text{Diámetro de la gota en } \mu\text{m})^2}{80 \times (\Delta T)}$$

Adaptado de Matthews, G.A. 1968. Métodos para la aplicación de pesticidas. C.E.C.S.A. México

Matthews, G.A. (1988), generó una fórmula mediante la cual se puede calcular la Vida Media de una gota en segundos, a partir del diámetro de la misma y el  $\Delta T$  (Mathews, 1988 citado en Carrancio y otro, 2018).

Cuando la distancia desde la boquilla hasta el objetivo es larga, por ejemplo, en una soja de 1 metro de altura del follaje y el botalón a 0.50 m sobre el mismo, las gotas deben recorrer 1.5 metros hasta las partes inferiores de las plantas. Por lo tanto, muchas de las gotas finas o muy finas no llegan a destino como se muestra en los estudios realizados por Massaro y Carrancio (2021) y Massaro y SPRAYtec (2021). En las Figuras 8 y 9 puede observarse la **vida media** de varios tamaños de gotas menores a los 200 micrones en diferentes ambientes meteorológicos representados por el Delta T (Carrancio y otro, 2018). Estos estudios muestran que la vida media de estas gotas altamente derivables es muy corta.

También Massaro (2011) evaluó la vida media de pulverizaciones en trigo a través de las gotas colectadas en tarjetas hidrosensibles ubicadas en Hoja bandera (HB) y en el suelo en cultivo de trigo (Tabla 1). Encontró mayor cantidad de gotas en el suelo pulverizando con boquilla cono lleno (CH 100-1) que con



**T1** Tabla 1. Cobertura lograda (gotas.cm<sup>-2</sup>) en trigo en HB<sup>-2</sup> y en el suelo pulverizando con equipo terrestre.

| Tratamiento   | Velocidad (km/h) | Presión (bar) | Pastilla              | Distancia entre picos (cm) | Altura botalón (cm) | Lt/ha | Gotas/cm <sup>2</sup> | Viento (Km/h) | Temp. (°C) | HR (%) |
|---------------|------------------|---------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|-------|-----------------------|---------------|------------|--------|
| Trigo 4 Suelo | 18               | 2             | D5C13 (cono hueco)    | 35                         | 35                  | 65    | 45                    | 6,5           | 27,2       | 52     |
| Trigo4 HB-2   | 18               | 2             | D5C13 (cono hueco)    | 35                         | 35                  | 65    | 81                    | 6,5           | 27,2       | 52     |
| Trigo 5 Suelo | 18               | 2             | CH 100-1 (cono lleno) | 35                         | 35                  | 65    | 69                    | 5,6           | 24,8       | 54     |
| Trigo 5 HB-2  | 18               | 2             | CH 100-1 (cono lleno) | 35                         | 35                  | 65    | 92                    | 5,6           | 24,8       | 54     |

| Categoría             | Símbolo | Código de color | Dv0.5 aproximada (VMD) (micrones) |
|-----------------------|---------|-----------------|-----------------------------------|
| Extremadamente Fina   | XF      |                 | ≈50                               |
| Muy Fina              | VF      |                 | <136                              |
| Fina                  | F       |                 | 136-177                           |
| Mediana               | M       |                 | 177-218                           |
| Gruesa                | C       |                 | 218-349                           |
| Muy Gruesa            | VC      |                 | 349-428                           |
| Extremadamente Gruesa | XC      |                 | 428-622                           |
| Ultra Gruesa          | UC      |                 | >622                              |

Las clasificaciones de tamaño de gotas se basan en las especificaciones de BCPC y en conformidad con la norma S572.1 de ASABE a la fecha de impresión de este documento. Las clasificaciones están sujetas a cambios.

**F5** Figura 5. Escala para la clasificación del DVM de las gotas.

boquilla cono hueco (D5C23), ambas con el mismo caudal individual y presión, debido a la diferencia de tamaño de las gotas producidas por la primera.

Ozkan (2020) resume resultados de investigadores en cuanto a la penetración en follajes cerrados, de esta manera: “Las configuraciones de boquillas y equipos que definen el tamaño de la gota como “medio” (gotas de aproximadamente 250-350 micrones de diámetro) proporcionan una mejor penetración de las gotas en las partes inferiores del canopeo frente a las boquillas que producen gotas más pequeñas o más grandes”. También Massaro y otros (2021) encontraron suficiente cobertura en el estrato inferior del canopeo del cultivo de soja con boquillas de aire inducido, suficiente para control de “chinches”, con tamaño de gotas de DVM MG (Figura 10).

XR TeeJet® (XR) y XRC TeeJet® (XRC)

| Boquilla | bar |     |    |     |    |     |    |  |
|----------|-----|-----|----|-----|----|-----|----|--|
|          | 1   | 1,5 | 2  | 2,5 | 3  | 3,5 | 4  |  |
| XR8001   | M   | F   | F  | F   | F  | F   | F  |  |
| XR80015  | M   | M   | F  | F   | F  | F   | F  |  |
| XR8002   | M   | M   | M  | M   | F  | F   | F  |  |
| XR8003   | M   | M   | M  | M   | M  | M   | M  |  |
| XR8004   | C   | M   | M  | M   | M  | M   | M  |  |
| XR8005   | C   | C   | C  | M   | M  | M   | M  |  |
| XR8006   | C   | C   | C  | C   | C  | C   | C  |  |
| XR8008   | VC  | VC  | C  | C   | C  | C   | C  |  |
| XR11001  | F   | F   | F  | F   | F  | VF  | VF |  |
| XR110015 | F   | F   | F  | F   | F  | F   | F  |  |
| XR11002  | M   | F   | F  | F   | F  | F   | F  |  |
| XR110025 | M   | M   | F  | F   | F  | F   | F  |  |
| XR11003  | M   | M   | F  | F   | F  | F   | F  |  |
| XR11004  | M   | M   | M  | M   | M  | F   | F  |  |
| XR11005  | C   | M   | M  | M   | M  | M   | M  |  |
| XR11006  | C   | C   | M  | M   | M  | M   | M  |  |
| XR11008  | C   | C   | C  | C   | M  | M   | M  |  |
| XRC11010 | VC  | C   | C  | C   | C  | C   | M  |  |
| XRC11015 | XC  | VC  | VC | VC  | C  | C   | C  |  |
| XRC11020 | XC  | XC  | XC | VC  | VC | VC  | VC |  |

**F6** Figura 6. Tabla de DVM de una boquilla de abanico plano de Teejet.

### Conclusión

El trabajo de las pulverizaciones de plaguicidas en cultivos extensivos, con equipos terrestres auto-motrices o de arrastre, debería realizarse de acuerdo con los conocimientos científicos o técnicos generados por la investigación.

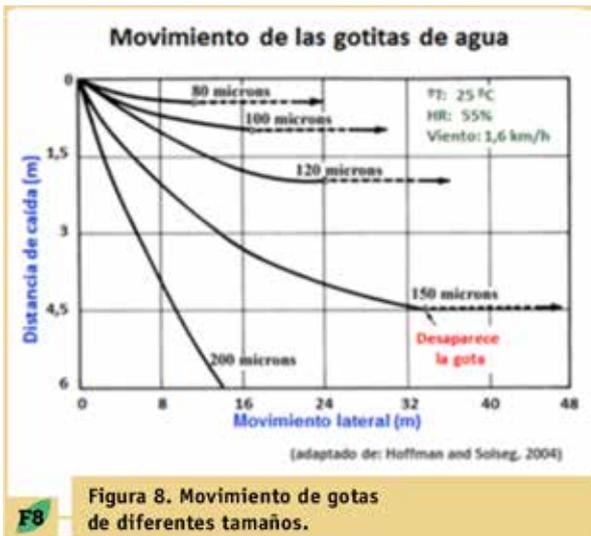


Fig. 36/37/38

MGA 90° 60° 40°

|          | bar |    |    |    |    |    |
|----------|-----|----|----|----|----|----|
|          | 2   | 3  | 4  | 5  | 7  | 10 |
| MGA 005  | MF  | MF | MF | MF | MF | MF |
| MGA 0067 | MF  | MF | MF | MF | MF | MF |
| MGA 01   | MF  | MF | MF | MF | MF | MF |
| MGA 015  | MF  | MF | MF | MF | MF | MF |
| MGA 02   | F   | MF | MF | MF | MF | MF |
| MGA 023  | F   | MF | MF | MF | MF | MF |
| MGA 03   | F   | F  | MF | MF | MF | MF |
| MGA 035  | F   | F  | F  | MF | MF | MF |
| MGA 04   | F   | F  | F  | F  | MF | MF |
| MGA 06   | F   | F  | F  | F  | MF | MF |

**F7** Figura 7. Tabla de DVM de una boquilla de cono hueco marca Magnojet.



## Bibliografía

- ABELINO PITY, Elvis Ernesto Barrios y Rommel Reconco. 2010. Boquillas de Abanico Plano de Amplio Espectro y por Aire Inducido en la Eficacia de Glifosato y Paraquat. Ceiba, Volumen 51(2):54-60.
- ALBUZ, Boquillas para pulverizaciones. Catálogo 2018. 44 páginas.
- BALSARI, P; Marucco, P; Tamagnone, M.A. 2007. Test bench for the classification of boom sprayers according to drift risk. ScienceDirect, Crop Protection 26 (2007) 1482-1489.
- CARRANCIO, L.A. y Massaro, R.A. 2018. El Delta T ( $\Delta T$ ) como indicador del ambiente meteorológico para pulverizaciones. INTA EEA Oliveros. 7 pág.
- ETIENNOT, Alberto E. 2005. Comunicación personal.
- FENG Paul C. C., Tommy Chiu, R. Douglas Sammons y Jan S. Ryerse. 2009. Droplet size affects glyphosate retention, absorption, and translocation in corn. Weed Science 51:443-448.
- MASSARO, Rubén A. 2011. Pautas para la aplicación de fungicidas foliares en cultivos de trigo con pulverizaciones terrestres. AAPRESID, Especial Enfermedades del trigo. Pág. 101-107.
- MASSARO, Rubén A. y Carrancio, Luis A. 2021. Estudios sobre la penetración de asperjados con boquillas hidroneumáticas en pulverizaciones terrestres y cultivos de soja. INTA EEA Oliveros. 7 pág.
- MASSARO, Ruben A., Papa Juan Carlos Marcelino y García Andrea. 2021. Control de Conyza spp. con "doble golpe" de herbicidas en pulverizaciones terrestres contrastantes: boquillas hidroneumáticas versus hidráulicas. INTA EEA Oliveros, 4 pág.
- MATTHEWS, G. A. e Hislop, E.C. 1993. Application Technology for Crop Protection. CAB International. UK.
- OSKAN, Erdal. 2020. Best Practices for Effective and Efficient Pesticide Application. Department of Food, Agricultural and Biological Engineering, The Ohio State University. FABE-532.
- SPRAYtec SRL. 2021. Catálogo 2021, Componentes para pulverización agrícola. 110 pág.
- TEEJET TECHNOLOGIES, 2019. Catálogo 51-ES. 148 pág.