



Facultad de Ciencias Agrarias  
**Universidad Nacional de Mar del Plata**  
**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS**  
**Área Ciencias de las Plantas y Recursos Naturales**  
Ruta Nac. 226 km 73,5; C.C. 276 - (7620) Balcarce, Buenos Aires – Rca. Argentina  
Tel. 54-(0)2266-439140 Fax:54-(0)2266-439100



## **PRESENTACIÓN DE PREPROYECTOS DE TESIS COHORTE 2016**

Alumno: Ing. Agr. (Esp.) Juan Pedro Platz  
Director: Ing. Agr. (M.Sc., Dr.) Francisco Bedmar  
Codirector: Ing. Agr. (DEA, Dr.) Pablo Manetti  
Comité consejero: Lic. Matemática (M.Sc) Gabriela Cendoya; Bioquímica (PhD.) María Mercedes Echarte.

### **DERIVA DE PLAGUICIDAS SOBRE DISTINTOS NIVELES DE FOLLAJE CON BOQUILLAS DE CONO HUECO POR AIRE INDUCIDO Y USO DE COADYUVANTE**

*1. Exposición sintética de la labor experimental desarrollada (trabajos, técnicas empleadas, métodos, análisis estadístico, resultados preliminares).*

El uso de agroquímicos tanto en Argentina como a nivel mundial ha crecido desde la década de los 80 en adelante de manera proporcional al desarrollo de la agricultura, siendo mayor en el caso de los herbicidas (Lopez y Oliverio, 2010).

La utilización de productos agroquímicos en la producción de alimentos representa un beneficio innegable, garantizando una mayor producción y estabilidad de los mismos (Etiennot y Piazza, 2010). Sin embargo, la aplicación de estos insumos en forma inapropiada y descuidada conlleva posibles riesgos tóxicos para la salud y el ambiente (Costa *et al.*, 1997).

La deriva es una de las mayores fuentes de contaminación que producen los tratamientos fitosanitarios. La misma, se define, según la norma ISO 22866:2005 (ISO, 2005), como la fracción de producto fitosanitario que es arrastrada fuera de la zona de tratamiento por efecto de las corrientes de aire durante el proceso de aplicación. En general, existen dos tipos de deriva, una llamada endoderiva asociada con el movimiento físico de las gotas de aspersion fuera del blanco al momento de la aplicación y la exoderiva constituida por gotas pequeñas que pueden viajar cientos de metros conducidas por vientos y depositarse en áreas que no blanco, resultante de factores asociados a los métodos y equipos de aplicación (Tsai *et al.*, 2005; Nuyttens *et al.*, 2011).

La utilización de pastillas, tanto de abanico plano como de cono hueco estándar, tiene la particularidad de originar este tipo de gotas pequeñas y son usadas tradicionalmente para aplicaciones en los cultivos extensivos y barbechos químicos, en busca de mejor penetración y cobertura con alto riesgo de deriva (Alves y Cunha, 2014).

Existe una nueva generación de pastillas, llamadas de aire inducido (AI) que aspiran aire, gracias a un tubo Venturi incorporado a su cuerpo, introduciendo burbujas en las gotas producidas. De esta manera, el diámetro de las gotas originadas en este proceso, es mayor que el de las formadas convencionalmente, reduciendo los efectos de la deriva (Onorato y Tesuro, 2004).

Condiciones ambientales adversas en una aplicación de agroquímicos, como por ejemplo baja humedad relativa, altas temperaturas y vientos mayores a 10 km/h, pueden generar tanto la

evaporación del caldo aplicado como derivas. En tal situación, el uso de coadyuvantes podría mitigar estos problemas. Un coadyuvante (o adyuvante) es un término amplio usado para definir un compuesto que contribuye con la actividad del producto fitosanitario, facilitando el mezclado, la aplicación o mejorando la eficacia del plaguicida (Puricelli y March, 2014). Entre los nuevos desarrollos de adyuvantes se encuentra el grupo de los organosiliconados, pertenecientes al grupo de no iónicos, que reducen la tensión superficial de tal forma que el producto es capaz de deslizarse por las aberturas microscópicas de las superficies de las hojas (cutículas).

De acuerdo a las hipótesis planteadas en el preproyecto:

1) El agregado de un éster metílico de ácidos grasos de aceites vegetales como coadyuvante al caldo de aplicación de un plaguicida, aumenta la penetración y reduce la endoderiva de los impactos generados por las pastillas tanto de aire inducido como estándar, en distintos niveles del follaje de cultivos como soja y trigo.

2) El agregado de un éster metílico de ácidos grasos de aceites vegetales como coadyuvante al caldo de aplicación de glifosato, reduce la exoderiva de los impactos generados por las pastillas tanto de aire inducido como estándar en barbecho.

Y a los objetivos propuestos:

1) Evaluar la distribución de los impactos generados con pastillas de cono hueco de aire inducido y estándar, en distintos niveles del follaje de cultivos de trigo y soja, utilizando un plaguicida con coadyuvante éster metílico de ácidos grasos de aceites vegetales en el caldo de aplicación.

2) Evaluar la exoderiva producida en la aplicación de glifosato con un coadyuvante éster metílico de ácidos grasos de aceites vegetales en barbecho químico, utilizando pastillas de cono hueco de aire inducido y estándar.

Para cumplir con estos objetivos se realizaron tres ensayos en la Unidad Integrada Balcarce, en el periodo comprendido entre abril de 2016 y abril de 2017.

En los ensayos 1 y 2, se evaluó la eficiencia de las aplicaciones en distintos tipos de canopeos Trigo (E1), y Soja (E2). Como la estructura de los cultivos es uno de los principales factores que influyen en la dinámica de las gotas dentro del follaje, se evaluará el índice de área foliar (IAF) en cada estructura. Para ello se tomaron fotos desde el nivel de suelo y sobre la canopia con tres repeticiones en cada parcela. Estas fotos serán analizadas con el software de imágenes de uso libre Image J el cual brindará información aproximada del porcentaje del área ocupada por hojas. La caracterización física de la aplicación se hizo a través de la captura de gotas sobre colectores específicos. La eficiencia de la aplicación a nivel biológico se realizó incluyendo en el caldo un fungicida (Orquesta Ultra, BASF). Se estimó esta eficiencia a través del rendimiento de cultivos expuestos a enfermedades presentes.

En un tercer ensayo se estudiaron las exoderivas de la aplicación en barbechos (E3) incorporando al caldo de aplicación el herbicida glifosato. La captura de gotas se hizo en este caso con las mismas técnicas que en E1 y E2 con colectores apoyados en el suelo.

#### Materiales y métodos E1 y E2:

Se sembraron los cultivos trigo (E1) y soja (E2) durante el año 2016. Las fechas de siembra fueron 5 de agosto para el trigo, variedad de semillero BUCK Sy 300 y 20 de noviembre para la soja, variedad de semillero Don Mario DM3810 RR. Estos dos cultivos tienen diferentes arreglos espaciales del follaje: en el caso de la soja sus hojas son planófilas, la mayor parte de los ángulos

de inserción están entre 0° y 30° con respecto a la horizontal y en el cultivo de trigo las hojas tienen un arreglo erectófilo siendo la mayor parte de los ángulos de inserción están entre 60° y 90° con respecto a la horizontal. Estos dos tipos de canopeos representan situaciones contrastantes para el estudio de la distribución y desplazamiento de las distintas gotas generadas por las pastillas. Además, las gotas, por su parte, se espera que difieran en sus tamaños y en el contenido de aire dependiendo de la presencia o no de adherente.

El equipo que se utilizó para la aplicación tuvo un diseño propio que permitió adaptar la aplicación al tamaño de la parcela del ensayo sin disturbar el resto del canopeo. Se construyó para esto una barra de 3.0 m de ancho con 6 porta picos marca Arag colocados a 0.5 m de distancia entre sí. Los porta picos poseen un sistema anti-goteo y tapas con un solo ajuste que permite el rápido cambio de las pastillas. La barra fue montada sobre una estructura adaptada para ser fijada sobre la caja de una camioneta cuyo extremo está sobre el lado izquierdo de vehículo evitando de esta manera el pisoteo de la zona tratada. El equipo pulverizador utilizado es modelo ATV- 615 marca R&D a base de CO<sub>2</sub> pudiendo mantener la presión constante (72.5 lb/pulg<sup>2</sup> equivalente a 5.0 bar). En los tratamientos se utilizaron pastillas como hueco marca ALBUZ ATR 80015 y ALBUZ TVI 80015 aire inducido (AI).

Dadas las condiciones homogéneas del terreno y el estado de los cultivos, se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con cuatro repeticiones, estructura bifactorial de tratamientos y en parcelas divididas. Los factores de estudio fueron el tipo de pastillas (con y sin aire inducido), y el coadyuvante (presencia o ausencia). Las unidades experimentales estuvieron constituidas por parcelas de 3x10 m. Los tratamientos fueron: T1. Cono hueco estándar, T2. Cono hueco estándar + coadyuvante, T3. Cono hueco AI, T4. Cono hueco AI + coadyuvante.

### **Caracterización física de la aplicación**

Dentro de cada parcela, se colocaron 3 varillas de hierro, cada una conteniendo cuatro soportes de alambre a diferentes alturas del canopeo (una sobre la superficie del suelo, otra a un tercio, dos tercios y sobre la superficie superior del canopeo del cultivo). Sobre estos soportes se colocaron bases de cartón sobre las cuales se apoyaron los colectores de gotas de acuerdo a la técnica descrita a continuación (Foto 1).

Foto 1: Varilla de hierro conteniendo los cuatro soportes de alambre bases que sostienen los colectores.



Para el estudio de la dinámica y distribución de las gotas dentro de los canopeos se utilizaron dos tipos de técnicas de captura o colección de impactos:

- 1) Trajetas hidrosensibles (TH): las gotas se colectaron en papeles sensibles al agua marca Syngenta de 2,5x15 cm. Dichos papeles son rígidos y poseen un recubrimiento especial de color amarillo, cuya superficie se tiñe de azul oscuro cuando gotas acuosas inciden sobre ellos. Luego de asperjar la parcela, los papeles se guardaron en sobres de papel madera para evitar el humedecimiento y posible degradación. Las TH se escanearon con una resolución de 1200 dpi. El análisis de las imágenes se realizará con el programa CIR V1.5 (T&C, 2002). Con este software se estimarán parámetros como número de impactos por cm<sup>2</sup>, Diámetro Volumétrico Medio (DVM), Diámetro Numérico Medio (DNM), Factor de dispersión (FD), Amplitud Relativa (AR), Área de Cobertura (AC%), Volumen de aplicación (VA), y contando con el dato del volumen pulverizado, se calculará la Eficiencia de Aplicación (EA%).
- 2) Trazadores: Para evaluar los depósitos de gotas en las plantas se adicionó al caldo de asperjado un trazador de tipo alimenticio, Azul Brillante FD&C-1. Este colorante tiene la particularidad de no interferir con los agroquímicos utilizados (Palladini, 2000). La colección de las gotas en los distintos estratos del cultivo se logró con porta objetos de vidrio (PO) de similares dimensiones a la TH. La base de cartón sobre la que se apoyó el colector, absorbió las gotas que quedaron sobre los bordes de los PO y de esta manera se evitó la adherencia de las gotas con trazador por efecto de capilaridad. La preparación del caldo se hizo diluyendo el trazador en agua (100 cc L<sup>-1</sup>), según bibliografía consultada. Luego de la aspersión, se retiraron los PO de cada tratamiento y se colocaron en forma individual en envases plásticos cerrados. Las gotas capturadas se e luyeron del PO mediante lavado con 2 mL de agua destilada y se cuantificó la presencia del trazador en el líquido de lavado espectrofotométricamente, registrando la absorbancia a 630 nm (Palladini *et al.*, 2005). Se utilizó para esto equipo UV- visible (Shimadzu UV-1700). Las determinaciones fueron acompañadas de una curva de calibración realizada agregando cantidades conocidas del trazador al caldo original de las aplicaciones. El volumen de caldo depositado (ml) fue calculado considerando la dilución del reactivo original en el líquido de lavado de acuerdo a la ecuación:  $C1 \times V1 = C2 \times V2$ ; donde, C1=concentración del trazador en el caldo al momento de la aplicación (100 cc L<sup>-1</sup>); V1= cantidad en mL que se depositó en los PO; C2= concentración de la muestra recuperada del PO; V2=volumen de lavado (2 mL).

Estas dos técnicas brindan información complementaria para la cuantificación de la captura del producto aplicado. La metodología TH permite determinar el número y tamaños de las gotas capturadas, mientras que la determinación del trazador, permite cuantificar en forma más precisa el volumen de caldo capturado por las hojas.

### **Eficiencia biológica de la aplicación**

Para evaluar el efecto biológico en cuanto a control de enfermedades en ambos cultivos se utilizó un fungicida mezcla de fluxapyroxad 5%, epoxyconazole 5% y pyraclostrobin 8,1% (Orquesta Ultra). El coadyuvante utilizado fue un éster metílico de ácidos grasos de aceites vegetales (Rizospray Extremo, 70% p/v).

En todos los tratamientos la dosis utilizada del fungicida fue de 1.0 L ha<sup>-1</sup> y para los tratamientos que llevarían el coadyuvante la dosis fue de 0.2 L ha<sup>-1</sup>. La dosis de aplicación del caldo

final sobre los cultivos fue de 105 L ha<sup>-1</sup>, la presión de asperjado 5 bar y la velocidad de aplicación 8 km h<sup>-1</sup>.

La cosecha se realizó con una máquina automotriz, de un metro de ancho de corte. Se eliminaron las borduras de los extremos al inicio y final de cada parcela. Se tomaron las medidas de longitud de cada parcela para prorratear la superficie final de cosecha con el rendimiento de cada parcela.

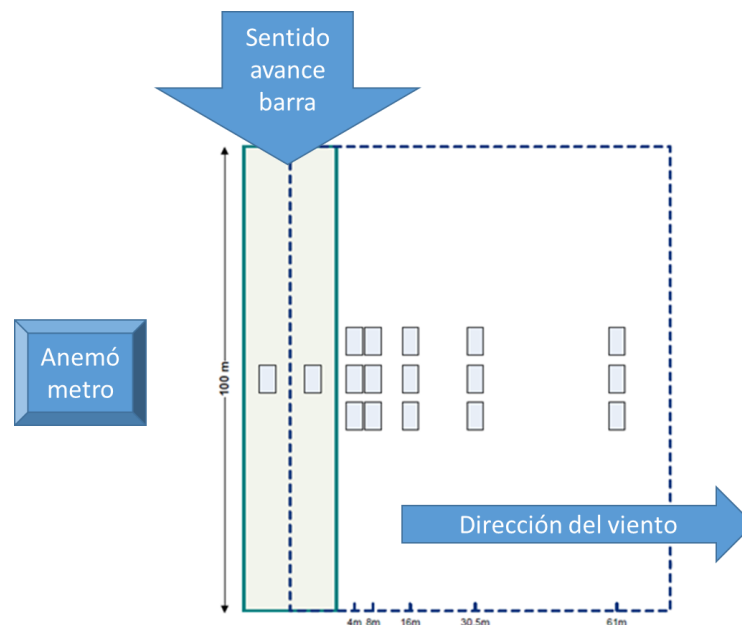
Las muestras colectadas de granos de cada parcela se almacenaron en bolsas de tela, cuyo peso se determinó a través de una balanza gravimétrica. En cada muestra se determinó la humedad de cosecha con un higrómetro marca Tesma.

### Materiales y métodos E3:

Se instaló una parcela sobre un rastrojo de cultivo de acuerdo a la norma ISO 22866:2005(E), cuya zona de tratamiento o pista de asperjado debe ser de al menos 100 m de longitud y perpendicular a la dirección del viento.

Se instalaron tres líneas paralelas de colectores horizontales (3 repeticiones; Figura 1) dentro del lote del ensayo. Cada línea de colector estuvo separada 15 m. Dentro de la línea de aplicación se colocaron dos colectores con base de cartón con una TH y un PO similar a E1 y E2. Se colocaron además colectores a 4 m, 8 m, 16 m, 30,5 m y 61 m desde el borde de la zona de aplicación.

Figura 1: Esquema de la instalación de los colectores y distancias asignadas.



La aplicación se realizó en un día en el que la velocidad del viento superó los 18 km h<sup>-1</sup>. Para la determinación de las condiciones meteorológicas (velocidad del viento, % humedad y temperatura) se instaló un anemómetro (Skywatch, Atmos) sobre un trípode fijo, situado a la intemperie a menos de 30 m del área de tratamiento y alejado de cualquier obstrucción o irregularidad topográfica.

## 2. Principales dificultades para la ejecución del trabajo.

Uno de los puntos propuestos en el preproyecto de tesis fue la colección de gotas por encima de la barra de aplicación (exoderiva). Esto no se pudo lograr porque los soportes necesarios para la determinación resultaron muy inestables con el viento.

Dado que los ensayos resultaron más demandantes de tiempo y recursos humanos que lo previsto, se decidió no realizar las determinaciones inicialmente propuestas en cebada. Teniendo en cuenta que los canopeos de cebada y trigo son similares, es posible que los resultados obtenidos en trigos sean extrapolables a cebada y por lo tanto, no ameritan el esfuerzo que implica la realización de un nuevo ensayo.

## 3. Grado de cumplimiento del proyecto original.

El proyecto original presentó dos modificaciones de relevancia: la primera consistió en la no realización del ensayo sobre el cultivo de cebada como fue descrito en el punto anterior; la segunda se debió a la incorporación del uso de un trazador para la cuantificación del caldo asperjado en cada estrato de los canopeos y sobre el barbecho que no había sido incluida en el preproyecto.

Se realizaron el 75 % de los ensayos propuestos (100% de los que formarán parte de la tesis), se tomaron las muestras del asperjado para su caracterización física y se determinó el rendimiento en E1 y E2 para la determinación de la eficiencia biológica. Resta analizar las imágenes (de IAF y de TH), los parámetros asociados a estas imágenes y sus estadísticos. Se cuenta con los resultados de los volúmenes determinados con trazador. Se analizarán las diferencias de distribución, tamaño de gota y volúmenes aplicados entre tratamientos y entre alturas en el canopeo para cada cultivo. Se compararán estas diferencias entre cultivos con diferente estructura (IAF).

**Grado de avance estimado: 70%**

## 4. Cronograma para cumplir las tareas a completar dentro del plazo (24 meses para maestría).

	Jul/Ago	Set/Oct	Nov/Dic	Ene/Fef	Mar/Abr	May
Análisis Imágenes	X					
Análisis Estadístico	X	X	X			
Redacción		X	X	X	X	
Difusión				X	X	X
Defensa						X

## 5. Publicaciones relacionadas con el proyecto de tesis.

"XXI Congreso Argentino de Bioingeniería y X Jornadas de Ingeniería Clínica"

Título: Droplet Detection and Quantification using Hydrosensitive Cards

Autores: Marcel Brun, Inti Pagnuco, Juan Pastore, Pedro Platz and Virginia Ballarin UNMDP  
Fac.Ingeniería

Number: 116

EasyChair for SABI 2017

## 6. Grado de avance en la redacción del manuscrito de tesis/monografía

El grado de avance en la redacción de la Tesis se estima en un 15%.

### **Bibliografía:**

Alves, G.S.; Cunha J.P.A.R. 2014. Field data and prediction models of pesticide spray drift on coffee crop. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.49, n.8, p.622-629, ago. 2014 DOI: 10.1590/S0100-204X2014000800006.

Costa J.J.; Margheritis A.E.; Marsico O. 1997. *Introducción a la Terapéutica Vegetal*. Ed. Hemisferio Sur. Primera reimpresión.

Etiennot, A.; Piazza, A. 2010. Buenas prácticas de aplicación en cultivos planos extensivos. Distancias a zonas urbanas. *Criterios y soluciones*. *Acta Toxicol. Argent.* (2010) 18 (2): 40-53.

ISO (2005) ISO/FDIS 22866, Equipment for crop protection - Methods for field measurement of spray drift. ISO, Geneva.

Lopez, G.M.; Oliverio, G. 2010. *La Agricultura argentina al 2020*. Fundación Producir Conservando. [http://producirconservando.org.ar/intercambio/docs/argentina\\_2020\\_final.pdf](http://producirconservando.org.ar/intercambio/docs/argentina_2020_final.pdf) consulta Mayo 2016.

Nuyttens, D.; De Schampheleire, M.; Baetens, K.; Brusselman, E.; Dekeyser, D.; Verboven, P. 2011. Drift from field crop sprayers using an integrated approach: results of a five-year study. *Transactions of the ASABE*, v.54, p.403-408, 2011. DOI: 10.13031/2013.36442.

Onorato, A.A.; Tesouro, M.O. 2004. Desempeño antideriva de una boquilla de pulverización agrícola de cono hueco inducida por aire RIA. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, vol. 33, núm., pp. 3-13.

Palladini, L.A. 2000. Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações. Botucatu, 2000. 111f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Palladini, L. A., C. G. Raetano, and E. D. Velini. 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Scientia Agricola* 62: 440- 445.

Puricelli, E. y March, H.D. 2014. *Formulaciones de productos fitosanitarios para sanidad vegetal*. 1ª ed. – Rosario: Editorial Rosario 2014 ISBN 978-927-3676-04-8.

T&C (2002). *Software para Análisis de Espectro de Pulverización*. INTA Balcarce.

Tsai, M.; Elgethun, K.; Ramaprasad, J.; Yost, M.G.; Felsot, A.S.; Hebert, V.R.; Fenske, R.A. 2005. The Washington aerial spray drift study: modeling pesticide spray drift deposition from an aerial application. *Atmospheric Environment*, v.39, p.6194-6203, 2005. DOI: 10.1016/j.atmosenv.