

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFEECTO DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS, EL
USO DE ADYUVANTES Y EL TAMAÑO DE GOTA
EN LA EFICACIA DE FITOSANITARIOS**

por

Fernando Ricardo LÓPEZ RODRÍGUEZ

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el
Diploma en Agronomía
Opción Protección Vegetal

PAYSANDÚ
URUGUAY
Diciembre, 2011

AGRADECIMIENTOS

A mi señora Laura por su paciencia en mi nueva etapa de estudiante.

A mis hijos Rodrigo, Macarena y Sebastián por soportarme durante mi período de estudios.

A mi directora y tutor del diploma Ing. Agr. Dra. Juana Villalba, por su tiempo y dedicación en la orientación del mismo.

A los siguientes profesionales, que de una u otra forma colaboraron para que este trabajo fuera una realidad:

Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández

Ing. Agr. MSc. Adela Ribeiro

Ing. Agr. Dr. Juan Olivet

Ing. Agr. Dr. Enrique Castiglioni

Ing. Agr. Horacio Silva

TABLA DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	II
TABLA DE CONTENIDO	III
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. EFECTO DE FACTORES ATMOSFÉRICOS AL MOMENTO DE LA APLICACIÓN	3
2.2. ADYUVANTES	11
2.3. EFECTO DEL TAMAÑO DE GOTA	18
3. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	22

RESUMEN

La agricultura en el Uruguay a comienzos del siglo XXI creció en forma exponencial, lo que generó un aumento considerable de la venta de servicios de maquinaria agrícola. No es ajeno a este crecimiento el uso de fitosanitarios y por ende la necesidad de conocimiento en aspectos de tecnología de aplicación. Las condiciones meteorológicas en las que se realizan las aplicaciones en los cultivos de verano, especialmente alta temperatura y baja humedad relativa, pueden determinar pérdidas al ambiente y por ende, en la eficacia de los productos. Algunas de las propuestas para mejorar la deposición de los fitosanitarios se relacionan al uso de adyuvantes, los más usados son aceites y tensioactivos. Los adyuvantes son productos que mejoran las propiedades físicas del caldo y de esa forma interactúan con la deposición del caldo de aplicación sobre las hojas. Los resultados por el agregado de los mismos son muy variables, dependen de los productos químicos utilizados y del tamaño de gota generado, cada situación en relación al cultivo y plaga puede demandar una combinación específica. El tamaño de gota utilizado en la aplicación interactúa conforme a las condiciones meteorológicas imperantes durante el momento de la aplicación. Gotas de menor tamaño pueden determinar mayor cobertura sobre el cultivo pero son las que tienen mayor probabilidad de pérdidas por deriva. A su vez, los resultados son variables, dependiendo del objetivo a controlar y de la ubicación de este en el perfil vegetal.

Palabras clave: tecnología de aplicación, adyuvante, condiciones meteorológicas.

**EFFECT OF WEATHER CONDITIONS, THE USE OF ADJUVANTS AND
DROPLET SIZE THE EFFECTIVENESS OF PESTICIDES
SUMMARY**

In Uruguay, Agriculture has shown an exponential growth in the early XXI century, causing a substantial increase in the sale of agricultural machinery services. The use of phytosanitaries is not unrelated to this upswing and therefore the need for knowledge on aspects of application technology. The weather conditions in which the applications are carried out in the summer crops, especially high temperature and low relative dampness, can determine losses to the environment and hence in the effectiveness of the products.

Some of the proposals to improve the discharge of pesticides are related to the use of adjuvants, the most used are oils and surfactants. The adjuvants are products that enhance the physical properties of the broth and in this way they interact with the deposition of the stock administration on the leaves. The results after the addition of these are very variable, they depend on the chemicals used and on the generated droplet size, each situation in relation to the crop and pest may require a specific combination. The droplet size used in the application interacts according to the prevailing weather patterns during the time of treatment. Smaller droplets can determine greater coverage of the crop but in all likelihood they are bound to have losses by drift. In turn, the results are variable, depending on the objective to be controlled and its location in the plant's profile.

Keywords: technology application, adjuvants, weather conditions.

1. INTRODUCCIÓN

El Uruguay de los comienzos del siglo XXI se ha caracterizado por la acelerada intensificación de la agricultura extensiva siendo particularmente destacable el crecimiento del área sembrada de soja. De 12.000 hectáreas sembradas en el año 2000 se alcanzaron 847.700 hectáreas en la zafra 2009-2010 (Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias, 2010). Estos números muestran claramente un futuro muy diferente e impactante para el siglo en curso con respecto a los últimos 25 años del siglo pasado.

El incremento en el uso de agroquímicos es uno de los resultados más evidentes de este proceso de intensificación y así lo indica la información de la Dirección General de Servicios Agrícolas, dependiente del MGAP. El aumento de la importación de productos agroquímicos del Uruguay en el año 2010 comparado al año 1998 es del 450%.

El uso eficaz de los fitosanitarios pasa a constituir al presente un muy importante desafío resultando un trascendente componente en las estrategias a considerar para el logro de una agricultura sustentable.

Según Matthews (2000), la aplicación de agroquímicos tal como se practica hoy, se caracteriza por un considerable desperdicio de energía y de producto químico lo cual ha generado una preocupación creciente en la sociedad por el exceso de residuos en los alimentos y la degradación del medio ambiente.

Tal como lo puntualiza Christofolletti citado por Leiva (2006) es necesario optimizar los resultados en la aplicación de los fitosanitarios y además de considerarse los cuidados con el medio ambiente deben tenerse en cuenta múltiples aspectos tales como el logro de una adecuada cobertura del cultivo, con un mínimo daño al mismo y con costo accesible, tanto de los productos fitosanitarios, como de la propia aplicación.

Según Bogliani *et al* (2005), la eficacia de un tratamiento depende fundamentalmente de cuatro factores: buena calidad de agua, efectividad del producto empleado, momento oportuno de aplicación y homogeneidad en la distribución.

En particular en el cultivo de soja, las aplicaciones de fitosanitarios son numerosas durante el ciclo del cultivo y, especialmente para el control de plagas. La tecnología de aplicación en este cultivo constituye un factor de manejo de alta prioridad.

El objetivo del presente fue revisar la información nacional e internacional de tres importantes factores asociados a la eficacia de aplicación de fitosanitarios: el efecto de las condiciones meteorológicas adversas, de los adyuvantes y del tamaño de gotas de pulverización.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EFECTO DE FACTORES ATMOSFÉRICOS AL MOMENTO DE LA APLICACIÓN

Las condiciones meteorológicas en diferentes horas del día influyen en la eficiencia y eficacia de los tratamientos fitosanitarios. Los tres factores atmosféricos a tener en cuenta son: temperatura, humedad relativa ambiente (HR) y velocidad del viento; los dos primeros, en función de su relación directa con la evaporación, y el viento por la deriva que genera. Los tres factores ejercen gran influencia sobre el comportamiento de las gotas en el aire.

En la Figura 1, se observa las variaciones usuales de estas tres variables a lo largo del día.

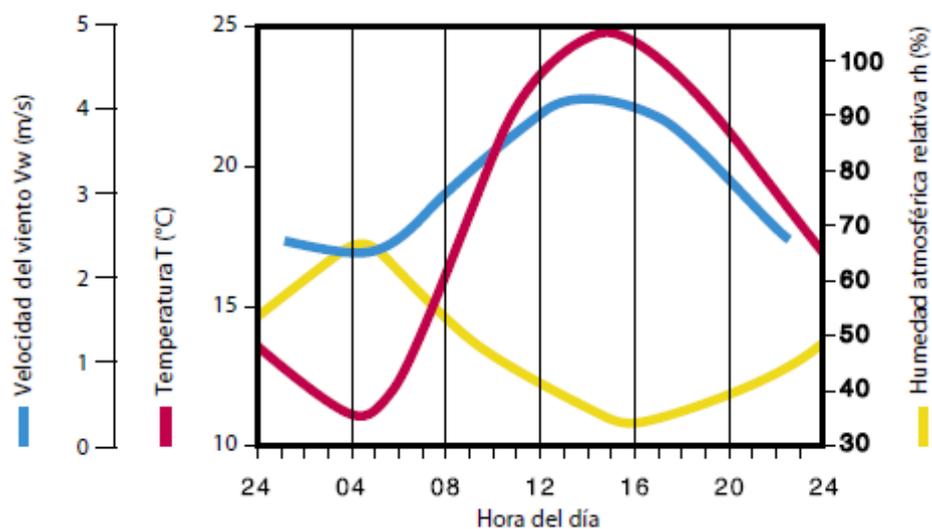


Figura 1. Evolución diaria de la velocidad del viento, la temperatura del aire y la humedad relativa.

Fuente: Spraying Systems Co., 2008

Teniendo en cuenta los tres factores ambientales (temperatura, humedad relativa y velocidad del viento), se define la “ventana de aplicación” (Villalba y Hetz, 2010) como el período durante el cual se dan las condiciones adecuadas de aplicación de un agroquímico. Temperaturas y velocidades del viento elevadas, combinadas con humedades relativas bajas determinarían efectos negativos sobre la llegada al blanco a tratar del producto pulverizado. El rango de esta “ventana de aplicación” depende del equipo utilizado, el tipo de cultivo, su estado fenológico y

las condiciones operativas. Los autores señalan que una combinación de temperatura mayor a 30 °C y humedad relativa ambiente menor a 40%, pueden tener influencia directa en la evaporación de las gotas pulverizadas, principalmente cuando éstas son finas.

Según Boller *et al.* (2004), la pérdida de agroquímicos a través de la evaporación, depende del diámetro de las gotas, la temperatura y la humedad relativa del aire. Los autores mencionan que las condiciones a evitar durante la aplicación son temperaturas superiores a 30 °C y humedad relativa menor a 60%. En este trabajo, se evaluó la aplicación de un fungicida para el control de oídio en soja y se registró diferencias según la hora del día en que se realizó la aplicación. Se obtuvo un menor control de la enfermedad para la aplicación de las 2 pm, en el momento de mayor temperatura y menor humedad relativa, sin embargo, otras pueden ser las causas operando en este caso, como por ejemplo la disposición foliar del cultivo debida también a las condiciones meteorológicas.

Coincidentemente, también para Ramos y Pio citados por Da Costa (2009), las temperaturas del aire por encima de 30 °C y humedad relativa por debajo de 55% son los factores que favorecen la evaporación de las gotas.

Teniendo en cuenta el tipo de boquilla utilizada, para Balan *et al.* (2004), la deposición de una aplicación con boquilla de cono hueco disminuyó significativamente a medida que aumentó la temperatura y disminuyó la humedad relativa ambiente, llegando a variar hasta un 100%. Por el contrario, para boquillas de abanico plano y abanico plano con aire inducido, no hubo diferencias en la deposición.

Evalutando la aplicación de un fungicida para el control de roya de soja, Moreira (2010), trabajando con dos cultivares, cinco boquillas: abanico plano rango extendido (XR11002), cono hueco vacío (TX8002), doble abanico simple (TJ6011002), abanico plano de rango extendido (TT11002) y abanico plano de aire inducido (AI11002) y tres horarios de aplicación (8 , 10 y 12 h), para los dos horarios de condiciones no limitantes (8 y 10 h), no encontró diferencias entre la deposición de las boquillas TX8002 y AI11002 en uno de los cultivares. El grado de severidad fue menor a los 14 y 21 días post aplicación para la aplicación con la

boquilla de cono hueco (gota fina) aunque sin efectos en el rendimiento. En el horario con limitaciones (12 h), encontraron diferencias en rendimiento a favor de la aplicación de gota muy gruesa con boquilla de aire inducido. A pesar de ello, a los 14, 21 y 28 días post aplicación, el grado de severidad fue mayor en aire inducido que en cono hueco.

Para Meneghetti y Bonini, citados por Moreira (2010), el control de enfermedades foliares en trigo, fue menor cuando las aplicaciones de fungicidas fueron realizadas en los horarios más calientes del día.

El agregado de aceite en aplicaciones con 35 °C de temperatura y 50% de humedad relativa y velocidad de viento de 1 y 2 km/h, no determinó diferencias en la densidad de impactos (Olea *et al.*, 2005). Con respecto a la penetración, estos autores encontraron que las gotas finas generadas por boquillas de cono hueco fueron las de mejor comportamiento.

Según Chechetto *et al.* (2011) el motivo del fracaso de la aplicación aérea en un cultivo de soja evaluando varios adyuvantes (aceite mineral, aceite vegetal, organosiliconado látex + surfactante, fosfaditilcolina y aceite mineral + fosfaditilcolina), fue las condiciones (más de 30 °C y menos de 50% de humedad relativa). Mientras que con buenas condiciones atmosféricas (menos de 30 °C y más de 50% de HR), encontraron que el adyuvante LI 700 (fosfaditilcolina), generaba un mayor DMV¹.

Resultados experimentales con aplicaciones en soja demostraron reducción significativa en la eficacia cuando los tratamientos fueron realizados en las horas más calientes del día y con la menor humedad relativa (14 h, 28 °C y 49% HR), en comparación con las aplicaciones de inicio de la mañana y al final de la tarde (8, 10, 16 y 18 h), realizadas con temperaturas inferiores a 30 °C y humedades relativas ambiente superiores a 55% (Boller *et al.* 2004 y Bonini, 2003).

Continuando con la relación temperatura-humedad relativa, Ferreira (2009) constató que el control de roya de la soja correspondiente con aplicaciones realizadas a las 13 h con 36 °C y 37% HR no fue satisfactorio; sin embargo, a las 15:30 h y con

¹ DMV: diámetro mediano volumétrico. Corresponde al diámetro de gotas que separa la población en dos mitades con el mismo volumen.

similares condiciones de temperatura y humedad (34 °C y 40% HR), la aplicación fue tan satisfactoria como la realizada a las 18 h (27 °C y 56% HR), por lo que tiene que existir otras causas que explican estos resultados además de las condiciones meteorológicas. Algunos de los motivos pueden ser las diferentes estructuras del follaje del cultivo en respuesta a las condiciones y horarios del día.

Herrera *et al.* (2005), al evaluar la eficiencia de aplicación en el cultivo de soja (medida como el porcentaje de lo aplicado que llegó al canopeo) usando diferentes boquillas, encontraron 78% para las boquillas doble abanico asistidas por aire y 51% para cono hueco; los autores explican estas diferencias como la respuesta de cada tecnología a las condiciones de temperatura y humedad limitantes para la aplicación del producto.

Por su lado, Olivet y Zerbino (2007) no encontraron diferencias en el control de *Epinotia aporema* con aplicaciones al mediodía con temperatura de 28,9 °C y humedad relativa de 37,5% y al final de la tarde, con 24,2 °C y 35,7%, de temperatura y humedad relativa, respectivamente.

Como forma de analizar las condiciones meteorológicas en Uruguay, se presentan los datos de temperatura, humedad y precipitaciones en la zona agrícola del noreste uruguayo, para los meses de desarrollo del cultivo de soja y para una serie de años (Datos de la Estación Experimental de INIA de Tacuarembó).

Figura 2. Distribución de los días del mes en función de días con precipitaciones, con condiciones limitantes y sin condiciones limitantes para la aplicación.

% de días con lluvia

% de días con condiciones limitantes

% de días con condiciones no limitantes 

GRAS INIA Tacuarembó

Los supuestos considerados para la confección de estos indicadores fueron:

- a) días de lluvias: más de 1 mm registrado,
- b) se descartaron sólo los días de lluvia para la aplicación (sin haber tomado en cuenta los posibles impedimentos de días anteriores o posteriores a la lluvia),
- c) las horas con limitantes de aplicación consideraron, la coincidencia de temperaturas superiores a 30 °C y humedades relativas inferiores a 50%,
- d) los días señalados con limitaciones, son considerados cuando tienen al menos una hora con esas condiciones.

En la gráfica, puede observarse que para la zona noreste del Uruguay, en la zafra agrícola estival, la probabilidad de que se den meses con un porcentaje de días con limitaciones (con al menos una hora con limitaciones) para la aplicación, es alta. Esto determina la necesidad de ajustar toda la operativa de aplicación, a fin de hacer un trabajo eficaz en dichos momentos que se vuelven claves para lograr la mayor eficiencia de la misma.

La mayor proporción de días con limitaciones durante todos los meses de la zafra correspondió a las zafras 07/08 y 08/09 coincidente con años muy secos. Sin embargo, la zafra 09/10 tuvo sólo días con condiciones limitantes durante los meses de Diciembre, Enero y algunos pocos en Marzo, caracterizada por ser una zafra de elevadas precipitaciones y de alta humedad relativa ambiente.

A partir de esta gráfica se aprecia la relevancia de conocer los parámetros de los factores que determinan las condiciones limitantes de aplicación en nuestro país, pues de éstas puede depender, el éxito o fracaso del tratamiento fitosanitario.

La situación anterior mostrando que de cuatro zafras agrícolas estivales sólo en dos se dieron meses con días sin condiciones limitantes de aplicación, determina la relevancia del monitoreo permanente de dichas condiciones y la disponibilidad rápida de los equipos a fin de hacer un uso eficaz de dichos momentos de aplicación.

Al analizar las horas sin condiciones de trabajo por mes que surgen del estudio, se constata que la eficiencia de aplicación se ve aún más comprometida en virtud de la alta frecuencia de esta variable.

Cuadro N° 1. Horas con limitaciones por mes del período estudiado

M es y año estudiados	Horas con limitante por mes
nov-06	31
dic-06	61
ene-07	48
feb-07	48
mar-07	0
abr-07	0
nov-07	21
dic-07	92
ene-08	62
feb-08	69
mar-08	36
abr-08	36
nov-08	40
dic-08	126
ene-09	176

feb-09	92
mar-09	20
abr-09	22
nov-09	0
dic-09	24
ene-10	48
feb-10	0
mar-10	0
abr-10	0

En el cuadro 2 se representa para los días con limitaciones/mes, el promedio de horas diarias que presentan restricciones para la aplicación. Habiendo definido que más de una hora, promedio por día, con restricciones, determinan limitantes para la misma, se observa que salvo en los meses de las zafras sin limitaciones, ya señalados anteriormente, existe un severo condicionamiento a la ejecución de las aplicaciones durante los restantes meses de las otras zafras analizadas.

Cuadro N° 2. Horas promedio con restricciones a la aplicación, por día con limitantes climáticas, durante los meses de crecimiento de soja ($T > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $\text{HR} < 50\%$)

Mes y año estudiado	Horas promedio/día con limitantes
nov-06	6,2
dic-06	5,5
ene-07	5,3
feb-07	12,0
mar-07	0,0
abr-07	0,0
nov-07	3,5
dic-07	5,8
ene-08	6,2
feb-08	5,8
mar-08	4,5
abr-08	4,5
nov-08	5,7
dic-08	7,0

ene-09	8,4
feb-09	7,1
mar-09	5,0
abr-09	4,4
nov-09	0,0
dic-09	4,0
ene-10	5,3
feb-10	0,0
mar-10	0,0
abr-10	0,0

El viento es la tercera variable atmosférica que condiciona una aplicación, por la generación de deriva. La brisa fuerte y el viento favorecen el transporte de las gotas de pulverización fuera del blanco de aplicación. La deriva representa uno de los problemas más serios que pueden ocurrir durante las aplicaciones de agroquímicos (Villalba y Hetz, 2010).

Las gotas de pulverización, al recorrer la distancia entre el pulverizador y el cultivo, pueden ser arrastradas por el viento y por las corrientes aéreas ascendentes. Cuanto menor el diámetro de las gotas, mayor será la susceptibilidad a la deriva, siendo la resistencia del aire a la caída de una gota, inversamente proporcional a su diámetro (Schroder, citado por Da Costa, 2009).

El viento en exceso causa deriva, perjudicando la calidad de la aplicación y ocasionando pérdidas del producto aplicado. Pero poco viento (menor a 2 km/h) también ocasiona ineficiencias porque no permite una adecuada redistribución de las gotas del caldo sobre el follaje y puede ocasionar pérdidas por inversión térmica (Larragueta, 2005).

Siendo así, el viento puede interferir negativamente o positivamente en una aplicación. En la imposibilidad de postergar una aplicación, con condiciones de viento excesivo, la utilización de gotas de categorías gruesas a extremadamente gruesas, puede ser una solución, aunque eso va a depender de las exigencias del producto a ser aplicado (Boller *et al.*, 2008).

2.2. ADYUVANTES

Se define como tal a sustancias sin propiedades plaguicidas significativas presentes en una formulación de un producto agroquímico, o para agregar a mezclas en tanques de pulverización, con el objeto de modificar las propiedades físico-químicas de los productos y de esta forma mejorar o facilitar su eficacia biológica (Cunha *et al.*, 2010). Según Kogan y Pérez (2003), se denomina adyuvante a cualquier sustancia contenida en la formulación o agregada al tanque de mezcla con el objetivo de mejorar la actividad del fitosanitario.

Para lograr este objetivo, según Kissmann (1998), es muy importante tener en cuenta tanto la dosis como la composición química y formulación del adyuvante. En esa línea de trabajo, Cunha y Alves (2010), probaron el efecto de adyuvantes en las características físico químicas de las soluciones acuosas y encontraron que dichas características, dependen de su composición química y la formulación. Concluyeron estos autores, que las dosis a aplicar deben ser las recomendadas por el fabricante y no menor a la misma, siendo la tensión superficial y la viscosidad (esta última característica trae aparejado el aumento del tamaño de gota), las propiedades más sensibles al agregado de adyuvantes.

Para Del Solar *et al.* (2003) la elección del adyuvante ideal sería tan difícil e inútil, como tratar de elegir el mejor insecticida o herbicida. Al momento de elegir un adyuvante, hay que analizar el tipo de producto a aplicar (contacto o sistémico) y obviamente las características y propiedades de los adyuvantes disponibles.

Entre las clasificaciones existentes se seleccionó la propuesta por Spanoghe *et al.*; citado por Cunha *et al.* (2010) (Cuadro 3).

Cuadro N° 3. Clasificación de adyuvantes según Spanoghe citada por Cunha *et al.* (2010)

Clases	Subclases
Aceites	Aceites minerales o derivados del petróleo Vegetales (aceite de semillas o cultivos) Derivados (EO/PO)* triglicéridos Transesterificados de plantas
Tensioactivos (emulgente, mojado,	Aniónicos Catiónicos

Penetrante, trisiloxanos)	No iónicos Anfotéricos
Ácidos grasos (origen vegetal)	Ácidos grasos esterificados Ácidos grasos esterificados alquiloilatos (EO/PO)
Ceras	
Polímeros	Polímeros naturales Polímeros sintéticos
Solventes	Cosolventes, agentes unificadores
Terpenos	
Alcoholes	Mono, di o polialcoholes
Diluyentes	
Amortiguadores de pH	Inorgánicos, orgánicos Ácidos o bases
Fosfolípidos	
Sales inorgánicas	
Urea	
Proteínas	
Rellenos inorgánicos	

* EO/PO: Oxietilénico/Oxipropilénico

Como adyuvantes, los dos primeros de esta clasificación son los más utilizados en el sector agrícola y a los que se hará referencia en esta revisión. Los aceites minerales, son mezclas de aceites de parafina no-fitotóxicos, altamente refinados y purificados con surfactantes no-iónicos (Kogan y Pérez, 2003). Contienen un 95% a 98% de un aceite derivado del petróleo del tipo parafínico o nafténico con 1 ó 2% de un tensioactivo o emulsificante (Cunha *et al.*, 2010). Promueven la penetración del plaguicida por las cutículas de las plantas o a través del tegumento de los insectos y se usan comúnmente para el control de éstos y enfermedades, continúa diciendo el autor.

Los aceites vegetales son mezclas de aceites de algodón, soya, girasol, maíz y canola más surfactantes. Al ser altamente refinados, no son fitotóxicos. Cunha *et al.* (2010), mencionan que contienen entre un 80% y 85% de un aceite derivado de semillas con un 15 a 20% de tensioactivo no iónico.

Las condiciones ambientales adversas antes señaladas por los diferentes autores ocasionan problemas de evaporación. El uso de aceite como adyuvante, en esas condiciones favorece la llegada del producto al blanco. Las gotas de agua

emulsionadas con aceite se evaporan más lento, lo que permitiría que alcancen el blanco y también favorecerían una mayor permanencia en la superficie de la hoja (Leiva, 1996).

Según Boller *et al.* (2008), la evaporación merece mayor atención cuando se usan bajos volúmenes de aplicación. En este caso, el agregado de aceite u otro adyuvante anti evaporante en el caldo puede ser una alternativa importante para prolongar la duración de las gotas y reducir los riesgos de pérdidas de las mismas por evaporación, antes de que éstas lleguen al cultivo.

Aunque, según Boller (comunicación personal, 15 de agosto de 2011), el uso de aceite mineral en condiciones de temperaturas mayores a 38 °C, produce ruptura de la membrana celular en hojas y por consiguiente, puede resultar fitotóxico y cuya sintomatología es de hojas con halos de tejido muerto en el lugar donde cae la gota.

El uso de aceite mineral, aceite vegetal y polisacárido con los fungicidas (Oranis + Orius) para el control de la roya de la soja, no determinó efecto del adyuvante en el control de la enfermedad ni en la productividad del cultivo (Chechetto *et al.*, 2011). Sin embargo, los autores observaron una tendencia al aumento de la eficiencia cuando se usó aceite mineral en comparación con los fungicidas en mezcla con el adyuvante a base de polisacárido.

Lemos *et al.* (2011), usando boquillas TT11003 y TXA 8003 y aceite vegetal Natur'1 Óleo como adyuvante, en tres concentraciones (0,5%, 2,0% y 5% v/v), encontraron que para la boquilla TT 11003, tanto el testigo sin adyuvante como con 0,5% no presentaban diferencia en el tamaño de gota, mientras que a 2 y 5%, presentaron menor diámetro mediano volumétrico (DMV) que el testigo. Para la boquilla TXA 8003, sin embargo, el DMV del testigo sin adyuvante fue significativamente menor, para 0,5% y 2% no presentaron diferencias significativas entre sí, pero con diferencia significativa con el testigo, mientras que con 5% de aceite fue diferente de las concentraciones anteriores, pero mayor que el testigo. Sin embargo, se considera baja la concentración de aceite al 0,5%, no siendo recomendado para aplicaciones de bajo volumen.

Para Scheer *et al.* (2008), sin embargo, el agregado de aceite mineral al caldo implicó menores valores del diámetro mediano volumétrico (DMV) y mayores

porcentajes de gotas menores que 100 μm en relación al caldo sin agregado de aceite para los productos y las boquillas DG y TT.

La utilización de aceite mineral y aceite vegetal como adyuvantes en caldos de pulverización de herbicidas aplicados en post emergencia proporciona aumento del área de mojado en la superficie adaxial y abaxial de hojas de soja (Mendonça *et al.*, 2004a).

En una evaluación de la tensión superficial estática y volumen de espuma formado luego de la agitación, Mendonça *et al.* (2004b) encontraron variaciones para los aceites minerales y vegetales comercializados en Brasil y estas variaciones fueron variables según la cantidad y calidad de adyuvantes presentes en sus formulaciones.

Según Antuniassi *et al.* (2008) el uso de aceites como adyuvante para la aplicación de insecticidas en el control de bicudo del algodón (*Anthonomus grandis*, Boh), determinó resultados variables según el insecticida utilizado. Para el caso del Malathion, el aceite perjudicó el tratamiento pues aumentó los daños en la cutícula. Sin embargo, con Endosulfán, no hubo diferencias significativas en el porcentaje de daño provocado por el bicudo en los botones florales.

Continuando con la clasificación, Cunha *et al.* (2010), definen a los tensioactivos como sustancias químicas que activan las propiedades de la superficie del producto (tensión superficial). Reducen la tensión superficial de las gotas, lo que asegura que el producto se esparza totalmente y cubra las superficies con una fina película. En bajas concentraciones se comportan como agentes de mojado, al tiempo que en concentraciones altas actúan como emulsificantes. Según este autor los tensioactivos no iónicos, no se ionizan en soluciones acuosas.

La tensión superficial es la tendencia de las moléculas en la superficie de un líquido de ser atraídas hacia el centro del cuerpo (Kogan y Pérez, 2003). Esta atracción es lo que permite que la gota tome forma esférica, salvo cuando se rompe esa atracción y, por lo tanto, disminuye el ángulo de contacto, que se define como aquel que forma la gota sobre la superficie sólida.

Los adyuvantes organosiliconados, pertenecen al grupo de no iónicos, y 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). Los

tensioactivos organosiliconados que más se comercializan en la actualidad son los trisiloxanos (Cunha *et al.*, 2010).

Algunas de las características de estos productos es la inestabilidad a valores de pH extremos debido a que los enlaces de silicio y oxígeno se hidrolizan bajo condiciones muy ácidas o muy básicas (Kogan y Pérez 2003; Kissmann, 1998). Por estas razones pueden inclusive causar menor retención y, por lo tanto, escurrimiento superficial en superficies lisas, cuando se utilizan altos volúmenes de agua.

Con el objetivo de cuantificar la retención de caldo, utilizando diferentes tipos de adyuvantes, Dal Pogetto *et al.* (2008), encontraron que la retención dependía del adyuvante utilizado y de la variedad de eucalipto, por lo que no todos los adyuvantes tenían buenos resultados en las distintas variedades estudiadas de esta especie, aunque los dos adyuvantes no iónicos utilizados, en general se comportaron mejor que los iónicos y el aceite vegetal.

Existen diferentes adyuvantes y cada uno con una propuesta diferente para la acción, y agrega Ozeki (2006) que existe la necesidad de evaluar la acción de cada elemento.

Rodríguez Días *et al.* (2008) evaluando la velocidad de penetración del caldo de pulverización, constataron que dentro de los primeros 30 minutos luego de la aplicación, los adyuvantes evaluados mejoraron la absorción del caldo de pulverización cuando comparados al agua pura. Todos los adyuvantes provocaron cambios en la tensión superficial, demostrando una posible correlación entre la reducción de la tensión superficial y el aumento de la velocidad de absorción.

Cunha *et al.* (2008), obtuvo mayor cobertura en la parte media y superior del canopeo y mayor productividad cuando se utilizó como adyuvante el tensioactivo dodecil benzeno, sin embargo, su comportamiento en relación a la calidad de la pulverización, varió dependiendo de la boquilla utilizada.

Por su lado, Tesouro *et al.* (2003) encontraron que el agregado de alcohol etoxilado o de nonil fenol al caldo de pulverización incrementó el grado de cobertura logrado, a causa del aumento en el tamaño o en el número de impactos que alcanzaron el objetivo. El nivel de cobertura logrado fue afectado por las

concentraciones de los tensioactivos utilizados y por las características superficiales del blanco.

Sin embargo, no todos los adyuvantes tienen esta característica, para Di Oliveira *et al.* (2008a) el agregado del polioxietileno alquil fenol eter (0,1%) no afectó la uniformidad de tamaño de gota ni el padrón de distribución.

En el uso de tensioactivos en la interacción con productos anti-derivas, Cid *et al.* (2009) encontraron que el uso de antideriva, inclusive en los casos en que era mezclado con tensioactivos, disminuyó siempre el porcentaje de deriva en relación con el agua.

También Di Oliveira *et al.* (2008b) encontraron que el agregado de adyuvantes promovía la formación de gotas de mayor tamaño, independiente del equipamientos y volúmenes de caldo usados, determinando así una mejora en la cobertura del cultivo de soja.

Contrariamente, Júnior *et al.*, (2008) indicaron que el uso de adyuvantes combinados o no con asistencia de aire no interfirió en el aumento de deposición en cultivos artificiales (papel filtro) ni en la superficie adaxial ni abaxial de los folíolos; ni en la parte superior o inferior de las plantas y no promovió la reducción de la deriva, no constatándose diferencias significativas en el volumen de caldo capturado por los cultivos artificiales entre las diferentes técnicas de aplicación. Sin embargo, a pesar de no haber diferencias significativas, hubo una mayor deposición en la parte adaxial cuando se usaron adyuvantes y asistencia de aire, frente al testigo sin adyuvante y sin asistencia de aire, y según estos autores, puede deberse al aumento de la velocidad de las gotas y al mayor movimiento de las hojas.

Según Mota *et al.* (2011), independientemente de la boquilla utilizada, el agregado de adyuvante al caldo, interfiere significativamente en la cantidad de aire que es incluido en la pulverización con respecto al testigo sin adyuvante. El agregado de un adyuvante organosiliconado proporcionó mayor porcentaje de aire en la gota, seguido por el aceite mineral y por el aceite vegetal.

Carbonari *et al.* (2004), en su estudio del efecto de surfactantes y boquillas de pulverización en la deposición de caldo, en plantas de *Cynodon dactylon*,

encontraron menor deposición en las hojas en la aplicación sin adición de surfactante para las dos boquillas de pulverización utilizadas (XR 11002 y TX-VK8).

En el intento de controlar la deriva utilizando boquillas de abanico plano (XR) y con inducción de aire (AI), Carvalho *et al.* (2011), encontraron una diferencia importante en cuanto al tipo de adyuvante a utilizar en cada una. Para XR, el agregado de aceites (tanto mineral como vegetal), disminuyó la deriva y para el caso de la boquilla AI, el adyuvante que proporcionó una menor deriva fue el organosiliconado.

2.3. EFECTO DEL TAMAÑO DE GOTA

Una buena aplicación implica una correcta distribución del fitosanitario, con mínimas pérdidas. La población de gotas que produce una boquilla depende del tipo de boquilla, de la presión de trabajo y del caudal de la misma.

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 (Texeira, 2010).

Los principales parámetros descriptivos de una población de gotas son:

- a) DVM: diámetro volumétrico mediano: es aquel diámetro de gota que divide una población de gotas en dos volúmenes iguales,
- b) DNM: diámetro numérico mediano: es aquel diámetro de gota que divide la población de gotas en dos números de gotas similares,
- c) $Dv_{0,1}$: diámetro tal que las gotas de menor tamaño acumulan el 10% del volumen pulverizado,
- d) $Dv_{0,9}$: diámetro tal que las gotas de menor tamaño acumulan el 90% del volumen, o lo que es lo mismo decir que por encima de ese diámetro se ubica el 10% del volumen.

Una buena aplicación, debe lograr homogeneidad, lo cual se alcanza con una baja amplitud relativa, que se expresa a través de parámetros como el de Amplitud Relativa:

$$\text{Amplitud relativa: } \frac{(DV_{0,9} - DV_{0,1})}{DVM}$$

En el cuadro N°4 se presenta la clasificación (Norma ASAE S-572) del tamaño de gota en función del diámetro usando como medida el rango de valores del DMV.

Cuadro N° 4 Clasificación ASAE S – 572 según tamaño de gota

Tamaño de gota	Símbolo	Código de colores	DMV aproximado
Muy fina	VF	Rojo	<100
Fina	F	Anaranjado	100-175
Media	M	Amarillo	175-250
Gruesa	C	Azul	250-375
Muy gruesa	VC	Verde	375-450
Extremadamente gruesa	XC	Blanco	>450

Fuente: Norma ASAE S – 572

La tecnología ha cooperado para disminuir las pérdidas causadas por la deriva con la creación de las boquillas antideriva, las que tienen como característica el aumento del tamaño de gota generado con un mismo caudal a una misma presión, dado por el ingreso de aire a la boquilla (ventury) con o sin cambio de la dirección de salida de la gota.

El uso de boquillas antideriva de abanico con inducción de aire permitió disminuciones de la deriva del orden del 90% comparada con boquillas convencionales de abanico y cono hueco. 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 (Texeira, 2010).

Para Leiva (1995) las gotas grandes tienen la ventaja de descender rápidamente y quedar menos expuestas a la deriva por viento y a la evaporación. Su principal desventaja es la falta de deposición y adherencia sobre la superficie vegetal.

Este mismo autor, refiriéndose a las gotas finas, señala que mejoran la cobertura ofreciendo la ventaja de una mejor penetración en el cultivo, especialmente la posibilidad de alcanzar la cara inferior de las hojas y tallos. Pero las probabilidades de deriva son mayores con tamaños de gotas menores a 150 micrones si se usa agua como diluyente. El agua como medio dispersante, favorece la evaporación en comparación a diluyentes oleosos (Leiva, 1995).

Se debe tener en cuenta, como señala Walla (citado por Leiva, 1996), que una gota de 200 μm demora 42 segundos en reducirse a la mitad, mientras que una de 100 μm el tiempo en evaporarse totalmente es de sólo 14 segundos, si las condiciones son de 50% de humedad relativa y 30 °C de temperatura.

En la relación al tamaño de gota y deriva, De Oliveira *et al.* (2011), encontraron relación entre menor tamaño de gota, menor deposición y mayor deriva.

Matthews (2000) complementa el concepto de las gotas considerando la energía cinética y afirma que una gota de 200 μm tiene tanta energía cinética que se rompe en el impacto con el objetivo y las gotas resultantes se distribuyen en el mismo, mientras que una de diámetro menor a 150 μm , tiene insuficiente energía cinética para superar la resistencia de la superficie de la hoja y rebota.

El tamaño de gota puede ser modificado cuando se utiliza adyuvante en el caldo, así lo demuestran Sasaki *et al.* (2011), quienes encontraron un aumento y homogeneización del tamaño de gota y por ende, una mejora en la calidad de la pulverización por el agregado de adyuvantes.

Stoletniy y Villalba (2008), estudiando el efecto de diferentes tipos de boquillas, en la eficiencia biológica del insecticida Intrepid (metoxifenocida), en el cultivo de soja y para el control de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) y *Rachiplusia nu* (Gueneé), encontraron que aun existiendo diferencias en el número y tamaño de las gotas recogidas en las tarjetas hidrosensibles, éstas no se reflejaron en la eficiencia

de control logrado ya que ambos tratamientos lograron un excelente control. Sugieren en consecuencia que para el principio activo en estudio, resulta promisorio el uso de espectros de gotas de mayor tamaño con menores probabilidades de pérdidas por deriva.

A su vez, Villalba (2007), trabajando con diferentes tamaños de gota, generadas por las boquillas TX (cono hueco: gota muy fina), TJ60 (doble abanico plano: gotas fina a media), AI (abanico plano con inducción de aire: gotas gruesa a muy gruesa) y DGTJ (abanico plano con preorificio calibrado: gota media a gruesa), encontró que las gotas de mayor tamaño, aún presentando una alta variabilidad en la distribución, proporcionaron mayor deposición de caldo pulverizado. Con respecto al momento de aplicación y al estado fenológico del cultivo, la deposición en V3 fue más de 3,5 veces inferior que cuando se hizo en R1, explicado por las diferencias en el desarrollo de la masa foliar, que dificultó la penetración de la pulverización.

Por su lado, Olivet y Zerbino (2007) realizando aplicaciones en dos momentos del día (mediodía y noche) con boquillas XR 11002, TT 11002, AI 11002, y TXA 8002, encontraron diferencias significativas en densidad de impactos entre gota gruesa y media siendo muy superior para gota media (92 impactos /cm² para la media y 33 para la gota gruesa). A pesar de la diferencia en el número de impactos producida por las diferentes boquillas, estos autores no encontraron diferencias significativas en el control de chinches entre tratamientos, solo con diferencia con el testigo sin tratar.

Por otra parte, Bonadiman (2008) al igual que Antuniassi *et al.* (2004), al comparar gota gruesa con gota fina, encontraron que la gota muy gruesa producida por boquillas con inducción de aire, tienen dificultad en la penetración del canopeo interfiriendo en el control de insectos en comparación con la producida por cono hueco.

Sin embargo, el primer autor antes señalado, afirma que a pesar de tener mayor penetración la gota fina, no se registraron diferencias significativas en el control de *Anticarsia gemmatalis* entre las boquillas XR 11002, AI 11002, TT 11002 y TXA 8002. Sin embargo, para el control de *Piezodorus guildinii*, obtuvo una eficiencia

mayor con la boquilla TXA 8002, y lo explica por la capacidad de la gota fina en llegar más al interior del canopeo.

Similar resultado encontraron De Oliveira *et al.* (2008) cuando comparando dos fungicidas (flutriafol y flutriafol + tiofanato metílico) y dos tamaños de gotas (fina y media), no lograron obtener diferencias significativas en el control de la roya de la soja, indicando que en la práctica, las gotas medias pueden ser priorizadas para las aplicaciones curativas, considerando el menor potencial de riesgo de deriva de las aplicaciones.

3. BIBLIOGRAFÍA

Antuniassi UR, Vivan LM, Dos Santos WJ, Santen MLV. 2008. Avaliação do controle do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh) em aplicações com e sem a adição de óleo como adjuvante. En: Anales del IV Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.

Antuniassi UR, Camargo TV, Bonelli M, Romagnole E. 2004. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. En: Anales del III Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP- Brasil. pp. 48-51.

ASAE. American Society of Agricultural Engineering. ASAE S-572 Spray Tip Classification By Droplet Size. Consultado el 29/10/2011 En: <http://www.hypropumps.com/FileAttachments/Spray/en-us/Spray%20Tip%20Classification%20by%20Droplet%20Size.pdf>

Balan MG, Abi Saab O, Silva C. 2004. Deposição de tres pontas de pulverização em diferentes horarios. En: Anales del III Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Botucatu/SP- Brasil. pp. 96-99.

Bogliani M, Masiá G, Onorato A. 2005. Pulverizaciones agrícolas terrestres. Instituto de Ingeniería Rural. INTA Castelar. 20 p.

Boller W, Cabeda R, Busch JL, Forcelini CA. 2008. “Aplicações de fungicida em trigo por via aérea e terrestre, com diferentes volumes de calda e doses de

- adyuvante”. En: Anales del IV Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Boller W, Forcelini CA, Tres I, Panisson R. 2004. Aplicação de fungicida para o controle de oídio em soja, em diferentes horários do dia. En: Anales del III Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP – Brasil. pp. 21-23.
- Bonadiman R. 2008. Pontas de pulverização e volumes de calda no controle de *Anticarsia gemmatalis* (HÜBNER, 1818) e *Piezodorus guildinii* (WESTWOOD, 1837) na cultura da soja *Glycine max*. Tesis de Maestría. Universidade Federal de Santa María. Centro de Ciencias Rurais. Programa de Pos-Graduação em Engenharia Agrícola. RS, Brasil. 70 p.
- Bonini JV. 2003. Tecnología de aplicación de fungicidas na cultura da soja. . Disertación (Maestría en Agronomía). Universidad Federal de Santa María, Santa María. 62 p.
- Carbonari CA, Marchi SR, Cardoso LR, Martins D. 2004. “Efeito de surfatantes e pontas de pulverização na deposição de calda em plantas de *Cynodon dactylon*”. En: Anales del III Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Botucatu/SP – Brasil. pp. 136-139.
- Carvalho FK, Chechetto RG, Vilela CM, Mota AAB, Silva ACA, De Oliveira RB, Antuniassi UR. 2011. Classificação do risco de deriva para o planejamento das aplicações de productos fitossanitários. En: V Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Chechetto RG, Antuniassi UR, Silva ACA, Mota AB, Oliveira RB, Boiani R. 2011. Controle da ferrugem e produtividade da soja em função da aplicação de Oranis + Orius com adjuvantes. En: V Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Cid RE, Duro S, Masiá G, Venturelli L. 2009. Uso de tensioactivos y antiderivantes en forma simultánea: evaluación de interacciones. En: X-

CADIR (Décimo Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del Mercosur)
Rosario. 5 p.

Cunha JPAR, Teixeira MM, Castillo B, Rodrigues G. 2010. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. En: Red “PULSO”. Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. pp. 27-44.

Cunha JPAR, Alves GS. 2010. Efeito de adjuvantes de uso agrícola nas características físico-químicas de soluções aquosas. En: IX Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola – CLIA 2010. XXXIX Congresso-Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2010. Vitória. ES, Brasil. 4 p.

Cunha JPAR, Peres CM, de Alvarenga CB. 2008. “Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de pontas de pulverização e adição de adjuvante a calda”. En: Anales del IV Sintag- Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP- Brasil. 4 p.

Da Costa DI. 2009. Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas, por vias terrestre e aérea, no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho. Tesis de Doctor en Agronomía. Passo Fundo, Brasil. Universidade de Passo Fundo. 144 p.

Dal Pogetto MHF, Prado EP, Christovam RS, Júnior HOA, Chechetto RG, Vinícius A, Stefani VA, Raetano CG, Wilcken CF. 2008. “Ação de adjuvantes na retenção de calda em folhas de diferentes espécies de eucalipto”. En: Anales del IV Sintag - Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.

De Oliveira GM, Gorni ORM, Amado VB, Igarashi WT, Balan R, Abi Saab OJG. 2011. Efeito do tamanho de gotas e concentração de calda na deposição em albos artificiais. En: V Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 3 p.

De Oliveira MAP, Antuniassi UR, Siqueri FV, Santen MLV, Carbonari CA, Silva JRM, Souza FC. 2008. Desempenho dos fungicidas flutriafol e tiofanato

metílico + flutriafol, aplicados com gotas finas e gotas médias, no controle da ferrugem da soja. En: IV Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.

Del Solar CE, Prado AM, Soto P. 2003. “Adyuvantes, sus propiedades y efectos en las aplicaciones de agroquímicos” (Parte I). Aconex, N° 79. pp. 18-22.

Di Oliveira JRG, Da Costa Ferreira M, Rodrigues Fernandes R. 2008a. Efeito de adjuvante no diâmetro de gotas e a determinação do espaçamento entre bicos na barra de pulverização da ponta SF 11003. En: Anales del IV Sintag – Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.

Di Oliveira JRG, Ferreira MC, Román R. 2008b. “Efeito de diferentes equipamentos, volumes de calda e uso de adjuvante no espectro de gotas e na cobertura da cultura da soja”. En: Anales del IV Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos - Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.

Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias. (DIEA) Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Anuario Estadístico 2010. Montevideo, Uruguay: MGAP. 240 p. Consultado el 22/07/2010. En: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,352,O,S,0,MNU;E;27;6;MNU>

Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSSAA) Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Resumen estadístico ejercicio 2010. Montevideo, Uruguay. Consultado el 22/07/2010. En: http://www.mgap.gub.uy/DGSSAA/DivAnálisisDiagnostico/DAYD_PROFIT_ESTADISTICA.htm .

Ferreira M. 2009. Aplicações de fungicida para o controle da ferrugem asiática da soja e interações com diferentes arranjos espaciais da cultura. Tesis de Maestría. Universidad de Passo Fundo. 62 p.

- Herrera MA, Pereyra CJ, Pozzolo OR, Ramírez M. 2005. Evaluación de la penetración de la pulverización en el cultivo de soja. Facultad Ciencias Agrarias UNER. Argentina. 7 p.
- Júnior H, Christovam RS, Dal Pogetto MHFA, Prado EP, Raetano CG. 2008. “Adjuvantes e asistencia de ar na deposição e deriva de produtos fitosanitarios em pulverizações na cultura da soja”. En: Anales del IV Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). GRAS (clima). Clima. Estaciones agroclimáticas INIA. Observaciones agrometeorológicas diarias. Consultado 31/01/2011. En: www.inia.org.uy/gras/
- Kissmann KG. 1998. Adjuvantes para caldas de productos fitossanitários. En: Guedes, J.V.C. & Dornelles, S.B. (Org.) Tecnología e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologías. Santa María: Departamento de Defesa Fitossanitaria, Sociedade de Agronomía de Santa María, p. 39-51.
- Kogan M, Pérez J. 2003. Herbicidas. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos de acción. 1ª edición. Chile, Universidad Católica de Chile. 333p.
- Larragueta O. 2005. Técnicas de aplicación de agroquímicos. 1 edición. República Argentina. Gráfica Multiprint S.R.L. 109 p.
- Leiva PD. 2006. “Evaluación de técnicas de aplicación para control de enfermedades de fin de ciclo en cultivos de soja, experiencias aéreas y terrestres con el uso de coadyuvantes”. INTA- Pergamino. 5 p.
- Leiva PD. 1996. Calidad de aplicación de plaguicidas. En: Primera Jornada de control químico de enfermedades del trigo en sistemas de manejo para alta productividad. Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 27 y 28 de Junio de 1996. Eds: Parisi, R.; Senigagliesi, C.; Kohli, M.M.; Annone, JG; García, R. Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino - Centro Internacional de Capacitación CIMMyT "Dr. Norman Borlaug", Buenos Aires. 12 p.

- Leiva PD. 1995. Manejo de la deriva en la aplicación de agroquímicos. Carp. Produc. Vegetal. INTA, EEA Pergamino, Serie: Generalidades, Tomo XIV (Información N° 139, Setiembre, Ed: Puig, R), 6 p.
- Lemos RE, Borges H, Da Costa M. 2011. Parámetros relacionados ao tamanho de gotas em dois modelos de pontas e diferentes concentrações de adjuvante. En: V Sintag – Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos-- Cuiabá/MT – Brasil. 5 p.
- Matthews GA. 2000. Pesticide application methods. 3a. edición. Blackwell Science Ltd. USA. 430 p.
- Mendonça Cristina G, Raetano C, Mendonça Cristiane G, Calaca HA. 2004a. Área de molhamento de caldas herbicidas associadas aos óleos minerais e vegetais sobre superfície foliar de Zea mays E Brachiaria plantaginea. En: Anales del III Sintag - Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP. Brasil. pp. 40-43.
- Mendonça Cristina G, Raetano C, Mendonça Cristiane G, Calaca HA. 2004b. “Área de molhamento de caldas herbicidas asociadas a óleos minerais e vegetais sobre superfície foliar de Glycine max E Commelina benghalensis. En: Anales del III Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Botucatu/SP. Brasil. pp. 36-39.
- Moreira MT. 2010. Relação entre pontas de aplicação, horário de aplicação e cultivares no controle de *Phadospsora pachyrhizi* em soja. Tesis Maestría. Santa María. Brasil. Universidad Federal de Santa María. Centro de Ciencias Rurais. Programa de Pos-Graduação em Engenharia Agrícola. 57 p.
- Mota AAB, Vilela CM, Chechetto RG, Antuniassi UR, Carvalho FK, Moleiro GHR. 2011. Quantificação do ar incluído nas gotas pulverizadas por pontas na presença de adjuvantes. En: V Sintag – Simposio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.
- Olea IL, Ploper LD, Gálvez MR, Vinciguerra HF, Sabaté S, Bogliani M. 2005. Estudios sobre penetración de gotas en canopeos cerrados del cultivo de soja

orientados al manejo de la roya asiática. En: Aplicar eficientemente. pp. 137-149.

Olivet JJ, Zerbino S. 2007. Tecnología de aplicación en el control de insectos en soja. En: Jornada de cultivos de verano. INIA La Estanzuela. Serie actividades de difusión N° 505. pp. 33-43.

Ozeki Y. (2006) In: Manual de aplicação aérea. Sao Paulo: Y. Ozeki, 101 p.

Rodríguez Días A, Ramos HH, Yanai K, Da Rocha RS, Libanore FM, Scofoni LPR, Marcondes FSF, Correa V, Cordaro L. 2008. “Velocidade de penetração da calda de pulverização com diferentes adjuvantes após aplicação em plantas de algodoeiro. En: Anales del IV Sintag- Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP- Brasil. 4 p.

Sasaki RS, Texeira MM, Alvarenga CB, Santiago H, Tiburco RAS. 2011. Espectro de gotas na pulverização hidráulica com adição de adjuvantes a calda. En: V Sintag. Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos – Cuiabá/MT – Brasil. 4 p.

Scheer O, Ferreira MC, Guimaraes JR, Frigeri T. 2008. Avaliação do diâmetro de gotas geradas por pontas de energia hidráulica na aplicação de dois herbicidas com e sem adjuvante. En: Anales del IV Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.

Spraying Systems Co., 2008. Catálogo TeeJet. 50 A– E. Teejet Technologies Impreso en USA. 192 p.

Stoletniy I, Villalba J. 2008. Efecto de diferentes tipos de boquillas en la eficiencia biológica de insecticida. En: Anales del IV Sintag – Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. Ribeirão Preto/SP – Brasil. 4 p.

Tesouro MO, Fuica AM, Masiá G, Venturelli L, Smith J. 2003. “El uso de tensioactivos y su relación con el porcentaje de cobertura”. RIA, 32(1): 89-98. INTA, Argentina.

- Texeira MM. 2010. Estudio de la población de gotas de pulverización. En: Red “PULSO”. Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. pp. 67-76.
- Villalba J. 2007. Interferencia de boquillas y volúmenes de caldo en pulverizaciones de dos cultivares de soja. Tesis de Doctorado. Botucatu/SP Brasil. 72 p.
- Villalba J, Hetz E. 2010. Deriva de productos agroquímicos. Efectos de las condiciones ambientales. En: Red “PULSO”. Tecnología de aplicación de agroquímicos. CYTED. INTA Alto Valle. 1ª Edición. pp. 46-53.