

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DEL USO DE ADYUVANTES Y DE LAS CONDICIONES
METEOROLÓGICAS EN LA DEPOSICIÓN DE FITOSANITARIOS EN SOJA

por

María Eugenia BERRUTTI GOMEZ DE FREITAS

Marianela VIGNOLO REY

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO

URUGUAY

2013

Tesis aprobada por:

Director: _____

Ing. Agr. Dra. Juana Villalba

Ing. Agr. Dra. Grisel Fernandez

Ing. Agr. Oscar Bentancur

Fecha: 17 de julio 2013

Autor: _____

María Eugenia Berrutti Gomez de Freitas

Marianela Vignolo Rey

AGRADECIMIENTOS

Al culminar este trabajo que cierra una etapa importante de nuestras vidas queremos agradecer a las personas que de una u otra manera colaboraron en ella. En primer lugar queremos agradecer a la Dra. Ing. Agr. Juana Villalba quien no solo nos abrió las puertas, brindándonos opciones desde un principio, sino que nos apoyó durante y hasta el último momento de este trabajo. Por otro lado nos gustaría agradecerle a Francielle Rodrigues, la cual nos acompañó durante los trabajos realizados a campo y laboratorio, dándonos una gran mano y compartiendo largas horas de charla y risas

Quiero agradecer a todas las personas que me acompañaron, no solo en esta instancia sino a lo largo de todo el camino. Ante la imposibilidad de citar a todos aquellos que me acompañaron y apoyaron en este viaje quiero destacar a mis padres, hermanas y resto de la familia por su apoyo incondicional y aliento constante. A mis amigos, con los que pasé momentos muy gratos y de los otros. Así como el aporte académico que me hizo esta institución, resaltando el aporte humano al haberme dado la oportunidad de cruzarme con gente con la que es un gusto y será seguir caminando. Gracias amiga, por haberme bancado y acompañado en esto, gracias por haber cinchado el piolín cada vez que me iba, fue un gusto compartir con vos y todo tu entorno esta instancia (Marianela).

Primero y antes que nada, quisiera dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio. Especialmente se la dedico a mi familia que gracias a su apoyo incondicional podré concluir mi carrera. A mis padres y hermanos por su apoyo y confianza en todo lo necesario para cumplir mis objetivos como persona y estudiante, brindándome los recursos

imprescindibles y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. Haciendo de mí una mejor persona a través de sus consejos enseñanzas y amor. A mis profesores quienes me han brindado los recursos precisos para realizarme profesionalmente. A la familia Vignolo-Rey por haberme abierto las puertas de su hogar, siendo una segunda familia en los momentos que me encontraba lejos de mis seres queridos, gracias amiga por estar siempre y apoyarme. A mis amigas/os que me acompañan desde la infancia y todas las demás personas que me permitió conocer esta carrera y comenzando una amistad muy sólida siendo un soporte muy importante en mi vida. En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo esta trayectoria, que no necesito nombrar porque tanto ellas como yo sabemos que desde lo más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo pero sobre todo cariño y amistad (Ma Eugenia).

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 DEPOSICIÓN.....	2
2.2 EFECTOS DE LOS FACTORES DE LA PLANTA EN LA DEPOSICIÓN.....	3
2.3 EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA DEPOSICIÓN.....	10
2.4 EFECTO DE LOS ADYUVANTES EN LA DEPOSICIÓN.....	15
2.4.1 <u>Generalidades de adyuvantes</u>	15
2.4.2 <u>Principales usos</u>	19
2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS AGROQUÍMICOS UTILIZADOS.....	24
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	28
3.1 LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS.....	28
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	28
3.3 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN.....	29
3.4 DETERMINACIONES DE LA DEPOSICIÓN SOBRE LAS HOJAS DE SOJA.....	30
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	31
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	33

4.1 ESTUDIO DE DEPOSICIÓN DEL TRAZADOR EN HOJA DE SOJA.....	33
4.1.1 <u>Resultados en Opera</u>	33
4.1.2 <u>Resultados en Fusion</u>	36
4.1.3 <u>Resultados en Engeo</u>	39
4.1.4 <u>Resultados en Fullback</u>	40
5. <u>CONCLUSIONES</u>	44
6. <u>RESUMEN</u>	45
7. <u>SUMMARY</u>	47
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	49

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción de los productos evaluados en cada experimento.....	28
2. Tipo de adyuvante y dosis.....	29
3. Fecha de aplicación de cada experimento y características meteorológicas en cada horario de aplicación de cada uno.....	29
4. Anava para deposición de trazador en hojas de soja.....	33
5. Efecto de la hora de aplicación y adyuvante sobre la cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) en hoja.....	36
6. Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) en hojas para los adyuvantes evaluados.....	36
7. Anava para deposición de trazador en hojas de soja.....	37
8. Efecto de la hora de aplicación y adyuvante sobre la cantidad de trazador ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) depositado en hoja.....	37
9. Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) en hojas para los adyuvantes evaluados.....	39
10. Anava para deposición de trazador en hojas de soja.....	39
11. Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) en hojas para los adyuvantes evaluados.....	40
12. Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) en hojas según hora de aplicación.....	40
13. Anava para deposición de trazador en hojas de soja.....	41
14. Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) en hojas para los adyuvantes evaluados.....	42
15. Efecto de la hora y adyuvante sobre la cantidad de trazador ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) depositado en hoja.....	43

Figura No.

1. Curva de calibración del trazador Azul Brillante.....	31
2. Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) en hojas según hora de aplicación.....	34
3. Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) en hojas según hora de aplicación.....	38
4. Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) en hojas según hora de aplicación.....	42

1. INTRODUCCIÓN

El incremento del área agrícola en nuestro país ha llevado hacia un aumento en el uso de agroquímicos. Con ello, la tecnología de aplicación es una herramienta permanente, por lo que se profundiza la necesidad de realizarla en forma precisa, de forma de mejorar la eficiencia, reducir costos, conseguir resultados satisfactorios, aun en condiciones meteorológicas adversas y disminuir así los riesgos de contaminación ambiental.

Muchas son las variables que condicionan la efectividad y los resultados de control de una aplicación de agroquímicos, como calidad del agua, composición de los agroquímicos, condiciones meteorológicas al momento de la aplicación (viento, humedad relativa y temperatura), tipo de boquillas, tamaño de gotas, hora de aplicación, características y estado de desarrollo de la plaga, enfermedad o maleza que se pretende controlar, características y condiciones del equipo de aplicación, tipos de adyuvantes, entre otras. La tecnología del uso de adyuvante, busca mejorar la efectividad de los productos. Los adyuvantes son productos que se adicionan al tanque de aplicación con el objetivo de mejorar la actividad de los agroquímicos o facilitar la aplicación a través de la modificación de las características de la solución.

El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar la deposición en soja, para aplicaciones con tres tipos de adyuvantes (aceite, adyuvante siliconado y adyuvante no iónico) en dos horarios de aplicación para la aplicación de dos insecticidas y de dos fungicidas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 DEPOSICIÓN

En aplicación de agroquímicos, la deposición es entendida como la deposición de la cantidad necesaria del principio activo en su sitio de acción o blanco objetivo. Puede ser analizada en forma simplificada considerando sólo los equipos utilizados para dicha aplicación, sin embargo una interpretación sistémica del proceso de aplicación considera que, comprende desde la adecuada preparación de los pulverizadores para realizar la tarea exitosa hasta la aplicación en sí (Massaro, 2004).

Los componentes fundamentales de este sistema, según Massaro (2004) son: 1- El follaje del cultivo sobre el que se va a trabajar, conocer la estructura que presentan las plantas, el índice de área foliar (IAF), la barrera que constituyen las hojas por su forma y superposición espacial; 2- Aspectos relacionados con la plaga, su localización en los estratos de hojas (inferiores, medios o superiores) y su progreso en el follaje de acuerdo con la dinámica de la infección o infestación. Éste es el objetivo o blanco en el trabajo de pulverización; 3- Cómo actúa el plaguicida desde el punto de vista de su translocación o no, desde el lugar al que llegó por medio de las gotas de la pulverización; 4- El ambiente climático (fundamentalmente temperatura y humedad relativa del aire). Estos parámetros influyen en forma directa o indirecta sobre el cultivo, la plaga, el producto y las gotas que genera el pulverizador; 5- La preparación del equipo pulverizador (calibración o regulación), que debe realizarse para cada situación de trabajo, considerando la influencia e interacción de los aspectos citados.

La forma de cuantificar la deposición puede ser en forma directa, cuantificando los ingredientes activos aplicados, metodología muy costosa y

que requiere de equipamientos sofisticados. De forma indirecta, se puede estimar la deposición a través del uso de trazadores. Estos son de aplicación en tanque junto con los agroquímicos, no interfieren con ellos ni con las propiedades físicas del caldo, son fáciles de manipular, de bajo costo y permiten tomar una gran cantidad de muestras por tratamiento.

2.2 EFECTO DE LOS FACTORES DE LA PLANTA EN LA DEPOSICIÓN

Varias son las características de la superficie de las hojas que afectan la eficiencia de la aplicación de agroquímicos (Beattie y Marcell, 2002).

La superficie de las hojas está recubierta por la cutícula, la cual está compuesta por lípidos que actúan como barrera de protección de las células epiteliales. Su función es reducir las pérdidas de agua y evitar la entrada de patógenos y/o agentes contaminantes. La cutícula de las hojas varía con la especie, las condiciones ambientales donde crece la planta (mayor grosor en zonas áridas y alta intensidad de luz) y la edad (mayor grosor en hojas maduras). En general cuanto mayor es el grosor de la cutícula, mayor es la resistencia a la penetración de los herbicidas (Kogan y Pérez, 2003). El espesor de la cutícula varía entre 0,5 y 15 micrones que varía por los factores antes mencionados (Torres y Quintanilla, citados por Lallana et al., 2006).

El rol de la cutícula como barrera para la pérdida de agua parece ser su función primaria y más importante. La cutícula y en particular la cera cuticular impiden o dificultan la vaporización del agua así como la entrada de sustancias solubles en agua. No obstante en forma lenta el agua traspasa la cutícula y se evapora y del mismo modo la atraviesan en sentido contrario las sustancias solubles que en ella se depositan (Torres y Quintanilla, citados por Lallana et al., 2006).

El patrón de penetración y humedecimiento de los herbicidas foliares se relaciona de forma muy estrecha con las características de la superficie foliar (McWhorter, 1993).

Riederer y Schreiber (2001) estos autores destacan que la permeabilidad al agua no está correlacionada con el espesor de la cutícula o la cobertura de ceras. Mientras que Chamel (1986) explica que la mojabilidad y retención de lo pulverizado foliarmente depende en gran medida de la morfología de la superficie y la naturaleza de los grupos químicos expuestos en ella.

Las características de la superficie foliar incluyen no solo las características de la cutícula sino el número de estomas, tricomas, glándulas, además de otras características como el ángulo y la posición foliar (Hess, Wanamarta y Penner, citados por Sanyal et al., 2006).

Según Sanyal et al. (2006) uno de los factores que juega un rol importante en el esparcimiento del agroquímico es el contenido de cera.

Kogan y Pérez (2003) mencionan que a medida que la cantidad de ceras epicuticulares aumenta, disminuye el mojamiento producido por la gota y por consiguiente el cubrimiento del pulverizado, previniendo el contacto entre las gotas del pulverizado y la cutícula. Esto es debido a que un mayor contenido de cera se lo correlaciona, según los autores a un mayor escurrimiento del pulverizado.

No solo la cantidad de ceras es importante, sino también su composición, estructura física y la orientación de éstas en las hojas (Juniper, Whitehouse et al., citados por Sanyal et al., 2006). Existen dos tipos de ceras, por un lado las que no repelen, que se componen en gran parte de dioles, esteroides y triterpenos, y aquellas ceras que se componen con cantidades

significativas de cetonas y alcanos de cadena larga, las que son más difíciles de mojar sin importar el grosor de la cutícula (Juniper y Bradley, Juniper, Holloway, citados por Sanyal et al., 2006).

Lallana et al. (2006) hace referencia a que la penetración del herbicida a través de la cutícula de las hojas puede ocurrir de una o más formas: a) siendo parcialmente absorbido en la zona lipófila de ésta; b) atravesando totalmente la cutícula y alcanzando las paredes celulares del protoplasma pero sin llegar a penetrar en éste (vía apoplástica) y c) atravesando totalmente la cutícula y las paredes celulares y alcanzando el interior del protoplasma de las células (vía simplástica).

Según Kogan y Pérez (2003) en la vía polar el herbicida debe penetrar la zona cerosa más superficial de la cutícula, continuando su recorrido a través de las zonas no cerosas de la cutina. En la vía no-polar, el herbicida penetra en la cutícula y luego sigue su recorrido a través de las ceras embebidas de la cutina.

La humectación y difusión puede disminuir por la presencia de los tricomas (Hull et al., citados por Sanyal et al., 2006). De acuerdo a Hess et al. (1974) cuando los tricomas se encuentran muy próximos entre sí, estos pueden crear burbujas de aire que pueden evitar el contacto de las gotas de la solución herbicida con la superficie foliar y hasta pueden llegar a romperse debido al impacto con los tricomas. Cuando los tricomas son ramificados y están presentes en alta densidad, la porción del herbicida adherida a estos puede ser alta, impidiendo la absorción del herbicida.

En tanto, Hess y Falk (1990) mencionan que aun siendo tricomas simples y en baja densidad, las gotas de pulverización se adhieren a estos disminuyendo el contacto del herbicida con la planta. Contrariamente, Benzing y

Burt, citados por Sanyal et al. (2006) mencionan que los tricomas pueden proporcionar un sitio de entrada a la aplicación foliar.

Mientras que Hess y Falk (1990) hacen referencia a los tricomas como una vía eficaz de entrada del herbicida. Los mismos afirman que si bien ocurre cierta absorción de la solución de herbicidas en los tricomas, no se conoce sobre la eficiencia de absorción dentro de éstos y su posterior translocación hacia las células de la epidermis.

Wanamarta y Penner, citados por Sanyal et al. (2006) mencionan que la absorción de los herbicidas es facilitada tanto por infiltración estomática o cuticular, y que cuanto mayor es la cantidad de estomas en las hojas de las plantas mejor sería la infiltración de los herbicidas dentro del tejido foliar.

Sin embargo, Kogan y Pérez (2003) mencionan que los estomas no son de vital importancia en la absorción y penetración foliar de los herbicidas, ya que los mismos indican que la cavidad sub-estomática se encuentra recubierta por cutícula y llena de aire con una alta humedad relativa, lo que hace difícil la penetración del pulverizado a través del poro estomático. Además, los mismos dicen que los estomas se encuentran cerrados a temperaturas altas, o cuando la planta se encuentra en estrés hídrico, lo que impediría la absorción de los herbicidas cuando son aplicados en dichas condiciones.

En el mismo sentido, García Torres (1991) señala que la densidad de los estomas suele ser muy baja en la cara superior de las hojas de la mayoría de las especies dicotiledóneas, sobre las cuales se depositan la mayoría de las gotas del pulverizado.

Wang y Liu (2007) señalan que la penetración, en el caso de herbicidas, varía enormemente con la especie y según estos autores, no hay un método

simple hasta el momento para evaluar rápidamente la permeabilidad de la superficie foliar de una planta.

Por lo tanto, lo dicho anteriormente concuerda con lo mencionado por Sanyal et al. (2006) en el que existe una actividad diferencial entre los distintos productos dependiendo de la especie. Las variaciones de cantidad, tipo, calidad y disposición de ceras, estomas y tricomas no solo son evidentes para especies diferentes sino que pueden ocurrir dentro de una misma especie respondiendo a cambios en las condiciones de crecimiento (Kogan y Pérez, 2003).

Wang y Liu (2007) comentan que varios adyuvantes están siendo utilizados para incrementar la penetración en el follaje de las plantas objetivos, pero sus efectos varían con la especie y los productos químicos.

Las superficies de las hojas son muy diferentes en su morfología, tanto en forma como a lo largo del tiempo. Dependiendo del cultivo se determinará la necesidad del tipo de adyuvante a usar según tenga hojas pilosas o cerosas. Hojas jóvenes tienen menos cera, cutinas, pectinas y celulosa en relación a hojas más viejas. Además las ceras también son reducidas a lo largo del tiempo debido a factores como el clima y otros. Estos factores afectan la tensión superficial dinámica y el mojado de la superficie foliar, en general se pudo verificar que la adición de un adyuvante será beneficiosa en plantas con hojas muy cerosas (Azevedo, 2011).

La superficie de hojas viejas (ceras cuticulares pesadas) son difícil para mojar, estas son las barreras primarias contra la deposición, la retención, la difusión y la penetración de las gotas de los agroquímicos. Los adyuvantes pueden superar esta barrera y mejorar la deposición, difusión, penetración y la absorción (Gaskin et al., 2000).

Otro factor que afecta la deposición en las hojas, es el ángulo de contacto de las gotas con la superficie foliar. Este determina si la pulverización se va a dispersar uniformemente en la superficie de la planta. Un ángulo de contacto próximo a cero, indica que las fuerzas de adhesión entre el líquido y la superficie son altas, formando una verdadera película sobre la superficie foliar. Por otro lado si el ángulo de contacto está cerca de 180° indica que no hubo un buen mojado de la superficie y en este caso las gotas pueden desparramarse por la superficie sin mojarla (Kucharek, Holloway et al., Azevedo, citados por Azevedo, 2011).

Según Bhushan y Jung (2008) la superficie de las hojas se consideran fáciles de mojar si el contacto ángulo entre la superficie de la hoja y una gota sobre la hoja es menos de 90° . Hojas mojadas fácilmente con superficies rugosas tienen ángulos más pequeños de contacto. Por lo tanto existen dificultades para mojar las hojas con superficies rugosas que presenten un ángulo de contacto mayor a 90° .

Otro factor que actúa en la penetración del fungicida sistémico es la solubilidad relativa en lípidos. El fungicida aun así debe disolverse en un solvente, el más comúnmente utilizado es el agua. Por lo tanto alterando la solubilidad en lípidos se obtiene una mayor penetración del producto a través de la cutícula. Pero se debe tener en cuenta que la adición de grupos alquil o grupos lipofílicos a la mezcla puede alterar la fungitoxicidad. Esto puede ocurrir cuando se mezclan fungicidas sistémicos con fungicidas de contacto, fertilizantes foliares o hasta con la adición de adyuvantes. Es necesario saber antes de realizar la mezcla el origen químico de los productos a utilizar (Gent et al., citados por Azevedo, 2011).

Ha sido observado que el tipo de formulación a utilizar con determinados adyuvantes mejoran la penetración de los fungicidas sistémicos.

En general los fungicidas sistémicos formulados con concentrados emulsionables que penetran y se translocan en mayor cantidad a través de la cutícula. Fungicidas como Difenoconazole, Tebuconazole, Ciproconazole son formulados como concentrados emulsionables (Azevedo, 2011). Comenta el autor que muchas investigaciones en relación a fungicidas han sido realizadas, y que existe una compleja interacción del ingrediente activo, adyuvante, cultivo y patógeno para poder mejorar la cobertura, absorción y eficacia.

Para ajustar la densidad de gotas por unidad de área foliar a ser tratada, es necesario conocer el índice de área foliar del cultivo, en el momento que el tratamiento fitosanitario será aplicado, es importante resaltar que esta variable no permanece constante a lo largo del ciclo del cultivo (principalmente en cultivos anuales). Muchas veces cuando es posible anticipar una aplicación de fungicida (aplicación preventiva), además de facilitar el control del patógeno, se obtiene una mayor cobertura de las hojas del cultivo, resultando en una mayor eficacia en el control de la enfermedad (Boller, citado por Azevedo, 2011). Un ejemplo típico se da en el cultivo de soja, donde las hojas del tercio superior de la planta ejercen un importante efecto protegiendo a las hojas más próximas al suelo. En este caso existe un factor agravante porque normalmente las enfermedades foliares en este cultivo, principalmente la roya, inician el ciclo de la enfermedad en las hojas próximas al suelo y si la aplicación del fungicida es pospuesta, la probabilidad de que el fungicida actúe en las hojas del estrato inferior que son las que más necesitan de la protección, se ve reducida (Azevedo, 2011).

Olivet et al. (2013) en su revisión destacan que la investigación en tecnología de aplicación en el cultivo de soja es amplia, aun así, los resultados suelen ser aparentemente contradictorios. La principal coincidencia entre ellos es que la deposición en la parte media o inferior del follaje resulta bastante reducida en comparación a la deposición en el estrato superior. Antuniassi et

al., citados por Olivet et al. (2013) encontraron en aplicaciones terrestres que independientemente del volumen aplicado la mayor parte del caldo quedó retenido en el estrato superior, el cual llegó a tener hasta diez veces más cobertura que el estrato inferior.

Reducciones similares en cuanto a deposición en la parte media e inferior del cultivo fueron obtenidas por diversos estudios (Boschini et al., Hanna et al., Barbosa et al., citados por Olivet et al., 2013).

2.3 EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA DEPOSICIÓN

Leiva (2010) expresa que la eficiencia del depósito de la aspersion está determinada por las condiciones meteorológicas locales a la altura del cultivo. Las gotas una vez que alcanzan la superficie foliar deben depositarse y permanecer sobre la misma.

Las diferentes condiciones climáticas al momento de realizar la pulverización la afectan directamente. La humedad relativa del aire disminuye rápidamente cerca del mediodía, que es cuando la temperatura está en su pico máximo. En ese momento la presión de vapor es muy intensa y eso dificulta la deposición de la gota sobre la superficie foliar, quedando en suspensión, induciendo a la evaporación en caso que la aplicación sea realizada en ese momento (Sumner, Sumner, citados por Azevedo, 2011).

Dependiendo de la temperatura y la humedad relativa del aire pueden ocurrir mayores o menores pérdidas de los productos fitosanitarios por medio de la evaporación. Cuanto menor sea el tamaño de gota y mayor superficie de contacto, es mayor la evaporación. Para evitar pérdidas en la deposición por evaporación, hay que evitar aplicaciones cuando la temperatura del aire está por encima de 30° y la humedad relativa por debajo de 60 %. Las condiciones de temperatura alta (mayor a 35°) y baja humedad relativa del aire pueden

aumentar la fitotoxicidad en el caso de algunos fungicidas sistémicos, como por ejemplo la fitotoxicidad del tebuconazole en algunos cultivares de soja. En la mayoría de los casos en condiciones de baja humedad relativa del aire y temperatura, además de reducir el tiempo de duración de las gotas, la velocidad de absorción de las mismas por los tejidos vegetales es reducida, dificultando la acción del fungicida. Los valores de humedad relativa de aire son generalmente favorables en las primeras horas de la mañana y al final de la tarde. A lo largo del día en las horas de mayor temperatura, la humedad relativa del aire puede llegar a valores muy bajos en relación a los considerados como límites (60 %), resultando en significativas pérdidas en el proceso de aplicación y dificultando la penetración de los principios activos en el tejido vegetal. Los resultados de trabajos con aplicaciones de fungicidas en soja demostraron una reducción significativa en la eficiencia del tratamiento cuando se hizo la aplicación en el horario de menor humedad relativa del aire, en comparación con aplicaciones en el inicio de la mañana o al final de la tarde. Una forma de contrarrestar este efecto negativo de la humedad relativa del aire, es la pulverización nocturna. Otro aspecto importante es la luminosidad, una vez que actúa en el sentido de activar las defensas en el interior de la planta, pudiendo su ausencia en las aplicaciones nocturnas interferir negativamente en la eficacia del tratamiento (Azevedo, 2011).

La combinación de alta temperatura y baja humedad relativa además de afectar la evaporación, especialmente de las gotas más finas, puede afectar la actividad del producto. La actividad puede ser lenta a bajas temperaturas y cuando las temperaturas son altas puede provocar quemazón del cultivo (Lavers, 2001).

Boller, citado por Azevedo (2011) señala que los vientos leves en el momento de la aplicación son considerados importantes y pueden auxiliar en la deposición de las gotas en el envés de las hojas.

Se considera condiciones seguras para las aplicaciones, velocidad de viento entre 3,2 a 6,5 km/h o que se describe como una brisa leve, por otro lado viento excesivo por arriba de 9,6 km/h es considerado inapropiado para la aplicación (Lavers 2001, Azevedo 2011).

Leiva (2010) destaca que ante una atmósfera muy demandante (38% HR) y alta producción de muchas gotas pequeñas, se reduce el insumo básico para penetrar, ya que éstas evaporan por su elevada superficie específica mientras atraviesan el follaje. Con mayor humedad (50% HR), la evaporación es mucho menor, y las gotas pequeñas no se pierden y alcanzan la parte inferior del follaje.

Koch et al., citados por Lallana et al. (2006) mencionan que las condiciones de humedad relativa provocan cambios en las ceras cuticulares, morfología, química y mojabilidad en varias especies. Encontraron un descenso en la masa total de cera y densidad de cristales de cera en ambientes de 98% de humedad relativa mostrando aumentos en la mojabilidad de la superficie foliar, contrastando con lo que sucedió a 20-30% de humedad relativa.

En relación a la elevada temperatura del aire, esta puede aumentar la penetración por ablandamiento de la estructura de la cutícula de cera, permitiendo que el herbicida tenga más movimiento en y a través de la cutícula de ceras pero combinada con una baja humedad relativa se reducirá el tamaño de las gotas de la pulverización a través de la evaporación y en tanto aumenta el riesgo de deriva (Willingham y Graham, citados por Aaron et al., 2004).

En combinación de condiciones atmosféricas muy limitante (38% HR y 29°C), no se recomienda agregar tensioactivo siliconado al agua porque se incrementa la evaporación. Para este caso, comenta Leiva (2010) la penetración se resiente más que la llegada, 65% vs 42.8%.

Muchos fungicidas sistémicos dependen de depósitos de larga duración en la superficie de las hojas para asegurar un control adecuado. La tasa de evaporación y humectación son importantes en relación a la cantidad total del fungicida que puede ser absorbido por la hoja (Allison y Syngenta, citados por Azevedo, 2011).

Por otra parte, Sellers (2003) ha demostrado que el horario del día afecta la deposición por incidir en el ángulo de inserción de la hoja, influyendo en la cantidad de interceptación, la absorción del herbicida, la translocación y/o otros procesos fisiológicos. En este trabajo, el mayor cambio en el ángulo de la hoja se produjo entre 6:00 y las 7:00 pm, resultando en una disminución significativa en la cantidad de interceptación de pulverización.

Relacionado a este parámetro, Olivet et al. (2013) concluyen que la deposición en el haz fue mayor en la noche que en el día ocurriendo lo contrario en el envés. En este sentido, Boller et al. (2011) obtuvieron mayor rendimiento de soja con aplicaciones al mediodía y principio de la tarde en comparación con las de la mañana, atribuyendo este hecho a mayor penetración por cambios en la orientación del follaje a lo largo del día.

Mohr et al. (2007) atribuyó la disminución del control a los cambios en el ángulo de la hoja, lo que resultó en la disminución de la interceptación y retención de herbicidas. Además el horario de aplicación, sin importar el ángulo foliar, también contribuyó al control reducido aplicado después de 5:00 pm. El control fue un 30% menos cuando se aplicó antes de la salida del sol en comparación con el mediodía solar, una de las razones podría ser la presencia de rocío a 6:00 am.

Dependiendo de la hora en que se apliquen los herbicidas, se esperaría distintos niveles de control, ya que distintos factores, como las condiciones ambientales (temperatura, humedad, viento, rocío, etc.), la superficie expuesta

de la hoja (Kraatz y Andersen, 1980), espesor de la cera epicuticular (Hess y Falk, 1990), la tasa metabólica de la planta (Waltz et al., 2004) y la posición de las hojas (Mohr et al., 2007) afectan la intercepción de los herbicidas post-emergentes y consecuentemente la absorción y la translocación.

Los factores ambientales y en particular la temperatura afectan significativamente la calidad de los componentes cuticulares. Condiciones adecuadas de temperatura y el uso de adyuvantes apropiados, facilitan un mayor contacto de la gota con la hoja y se aumenta la posibilidad de una mejor penetración (Lallana et al., 2006).

En la noche y en las primeras horas del día, hay otro factor que se debe tener en cuenta, la presencia de rocío sobre las plantas. La mayoría de los fabricantes no recomiendan esta práctica, sin embargo resultados de investigaciones han demostrado que aplicaciones de fungicidas sobre el rocío pueden ser efectivas, inclusive utilizando volúmenes de aplicación reducidos (Boller, citado por Azevedo, 2011).

Sanyal et al. (2006) destacan la reducción en la eficacia en presencia de rocío, la cual se puede agravar en aquellas especies que presentan pelos o tricomas en la superficie de hoja.

2.4 EFECTO DE LOS ADYUVANTES EN LA DEPOSICIÓN

2.4.1 Generalidades de adyuvantes

Un adyuvante se define como una sustancia sin propiedad de plaguicida significativa, presente en una formulación, producto agroquímico o para agregar a la mezcla de tanque de pulverización con el objeto de modificar las propiedades fisicoquímicas de los ingredientes activos y de esta forma mejorar o facilitar su eficacia biológica (Cunha et al., 2012).

En esta revisión se volcarán aspectos relacionados a los adyuvantes que se agregan al caldo de aplicación, ya que fue el objetivo del trabajo.

Los adyuvantes tienen como partes constituyentes dos regiones bien marcadas, un extremo lipofílico, generalmente compuesto de estructuras en forma de largas cadenas hidrocarbonadas o de anillos benzénicos y posee baja solubilidad en agua y alta solubilidad en aceite. La parte hidrofílica tiene una fuerte afinidad por el agua. Existen tres tipos principales de tensioactivos o surfactantes, determinados por la estructura química de la porción hidrofílica de la molécula. Los aniónicos y catiónicos se ionizan en agua para formar sustancias cargadas negativa y positivamente, respectivamente (Cunha et al., 2012).

Según Cunha et al. (2012) los tensioactivos más ampliamente usados son los no iónicos, que son fáciles de usar y no son afectados por aguas duras. Los tensioactivos disminuyen la tensión superficial de las gotas del asperjado y aumentan su cobertura sobre la superficie del follaje.

El autor indica que los adyuvantes se pueden clasificar según diferentes criterios, 1: Efecto que causan durante las diferentes fases del proceso de pulverización, 2: Modificadores útiles actuando como mejoradores de la formulación; 3: Modificadores de la pulverización actuando en el fraccionamiento del flujo de aspersion; 4: Activadores mejoradores de la acción biológica.

Cunha et al. (2012) mencionan que la clasificación por grupos es muy compleja considerando que la identidad química no siempre es aclarada por los fabricantes y que en muchos casos son mezclas de diferentes compuestos. Igualmente ellos usan la clasificación química, Spanoghe et al., citados por Cunha et al. (2012): aceites, tensioactivos, ácidos grasos, ceras, polímeros,

solventes, terpenos, alcoholes, diluyentes, amortiguadores de ph, fosfolípidos, sales inorgánicas, urea, proteínas, rellenos inorgánicos.

Ampliamos la información para los tres adyuvantes utilizados en el experimento, estos fueron Agral, Speedwet y Aceite Natur'l Oleo. Los mismos son clasificados como tensioactivo no iónico, tensioactivo siliconado u órganosiliconado y aceite vegetal, respectivamente.

Cunha et al. (2012) describe a los tensioactivos como agentes que activan las propiedades de superficie del producto (tensión superficial) y que facilitan o mejoran las propiedades de la formulación o de la mezcla en el tanque de la pulverización, en lo concerniente a la emulsificación, dispersión, esparcimiento, adherencia o mojado de la superficie a tratar. De hecho, reduce la tensión superficial de las gotas lo que asegura que el producto se esparza totalmente y cubra la superficie con una fina película. En términos generales, los tensioactivos en bajas concentraciones se comportan como agentes de mojado, al tiempo que en concentraciones altas actúan como emulsificantes.

El adyuvante de nombre comercial Agral 90 tiene por principio activo, óxido de etileno nonilfenólico, es clasificado como un adyuvante no iónico, es decir no se ionizan en el agua (Modernel, 2012).

Cunha et al. (2012) mencionan que los adyuvantes no iónicos, se caracterizan por presentar una porción lipofílica, que es una cadena larga hidrocarbonada del grupo alquilo o arilo. La porción hidrofílica está compuesto por el grupo oxietilénico con enlaces oxígenos. Son buenos emulgentes (que forman emulsiones estables) y agentes dispersantes, de bajas toxicidad, fitotoxicidad y costo. Los tensioactivos no iónicos pueden identificarse por la relación de la longitud de sus cadenas hidrofílicas y lipofílicas, que se conoce como balance hidrofílico-lipofílico (HLB). A mayor HLB, el tensioactivo es más hidrofílico (escala de 1 a 20).

Según Modernel (2012) los agentes humectantes y de dispersión no iónicos son indicado para uso como adyuvante de productos agroquímicos, en fruticultura, agricultura extensiva y horticultura. Mejora las propiedades saturadoras, de diseminación y penetración de los productos aplicados en las superficies tratadas (plantas, insectos) aumentando la eficacia y persistencia de los tratamientos.

El segundo adyuvante utilizado de nombre comercial Speedwet Siliconado NG tiene como principio activo Nonilfenol etoxilado con óxido de etileno. Perteneciendo a los adyuvantes del tipo tensioactivo siliconado u organosiliconados (Superagro, 2010).

Cunha et al. (2012) señala que los tensioactivos siliconados u organosiliconados, reducen drásticamente la tensión superficial del líquido pulverizado, hasta tal punto que las gotas se aplanan y se juntan para formar una capa delgada sobre la superficie aplicada. Por ello se los conoce como "súper esparcidores"; incluso se disminuye tanto la tensión superficial que el producto es capaz de deslizarse por las aberturas microscópicas de la superficie de las hojas (cutículas). Los tensioactivos organosiliconados que más se comercializan en la actualidad son los trisiloxanos.

Además mejora la uniformidad de la gota, evitando aquellas grandes que rebotan y se pierden, o las muy pequeñas que se evaporan antes de llegar al objetivo. Posee poder antiespumante, surfactante y adherencia, lo que le confiere una excelente residualidad en el tratamiento realizado (Superagro, 2010).

El tercer adyuvante utilizado en la evaluación con nombre comercial Aceite Natur'l Oleo, es un aceite vegetal. Su acción es reducir la tensión superficial y mejorar la penetración y la adherencia. Se clasifica dentro del grupo químico orgánico.

Cunha et al. (2012) destaca que el aceite vegetal concentrado contiene un 80 a 85% de un aceite derivado de semilla de cultivo (usualmente algodón, lino, soja o girasol) con un 15 a 20 % de tensioactivo no iónico. Los aceites vegetales metilados son producto de un proceso de esterificación de aceites vegetales, lo cual aumenta sus características lipofílicas y permite mejorar su comportamiento.

Azevedo, citado por Azevedo (2011) detalla que las propiedades físico-químicas de aceites minerales aumentan la penetración de algunos fitosanitarios a través de la membrana de la cutícula cerosa de la superficie foliar y así aumenta la tasa de penetración. Concentrados de aceites agrícolas también mejoran el desempeño de insecticidas porque penetran en el tegumento de los insectos y mejoran el desempeño de fungicidas porque aumentan la cobertura de las esporas de los hongos y micelio. Además cuando son aplicados sobre el cuerpo de determinadas plagas, como cochinillas, impiden la respiración por la epidermis, causando la muerte por asfixia.

2.4.2 Principales usos

Los adyuvantes son usados en productos herbicidas que comúnmente contienen tensioactivos o surfactantes y otros componentes para asegurar buenas características de almacenaje y facilitar su mezcla con el agua en el tanque de la pulverizadora. Para ciertas malezas y bajo determinadas condiciones climáticas, se puede aumentar la acción del herbicida mediante adyuvantes a base de aceite, que se mezclan en el tanque con el herbicida (Caseley, citado por Labrada et al., 1996).

Los adyuvantes utilizados como humectantes ayudan a prevenir el secado rápido de las gotas de plaguicidas en la superficie de las hojas y de manera similar mejorando el desempeño (Ramsey et al., 2005).

Según Caseley, citado por Labrada et al. (1996) los aceites vegetales contienen de 1 a 2% de tensioactivos o surfactantes y los concentrados de aceite vegetal contienen 15-20% de éstos y se usan alrededor de 5 y de 1% del volumen de aspersión, respectivamente.

Cuando comparamos por separado tratamientos con y sin uso de aceite en condiciones de baja humedad relativa, Leiva (2010) destaca diferencias de cobertura por uso de este adyuvante, que actúa como antievaporante. La cobertura se triplica cuando usamos aceite, tanto sobre follaje como dentro del mismo. Cuando las condiciones atmosféricas son poco demandantes (> 50-55% HR), el uso de aceite no tiene sentido, ya que reduce un 20% la cobertura al producir una gota más grande (por poca evaporación) y en consecuencia, debe registrarse la humedad relativa para evaluar la conveniencia del uso de aceite. Cuando la condición atmosférica es muy limitante (38% HR y 29°C), no se recomienda agregar tensioactivo siliconado al agua porque se incrementa la evaporación. El papel de los aceites adyuvantes puede hacer favorecer la dispersión y la absorción por la reducción de la degradación del ingrediente activo y la tensión superficial. Estos son utilizados principalmente en las pulverizaciones de herbicidas aplicados en postemergencia. En este caso, la mejora de la absorción de algunos ingredientes activos se debe a su afinidad por moléculas lipofílicas presentes en la superficie de la hoja como ceras cuticulares.

Gonçalves (2003) describe que cuando la gota alcanza una cierta superficie de la hoja, comienza una interacción gota-hoja. En estos procesos se incluyen la adhesión, mojado del área, ángulo de contacto, retención foliar y algunas veces la disolución de la cera epicuticular. Este autor compara el aceite vegetal y mineral concluyendo que el aceite mineral provocó mayor área de esparcimiento de la gota o área de mojado. Todos ellos disminuyen la tensión

superficial, aunque solo un aceite mineral, provocó alteraciones en la estructura de ceras epicuticulares en determinadas malezas.

El uso de aceite vegetal está siendo muy usado en Brasil en las aplicaciones para roya en soja, con la finalidad de disminuir principalmente las pérdidas por evaporación, relacionadas principalmente con el tamaño de gotas y la velocidad del viento al momento de realizar la pulverización. La deriva además de causar perjuicios en la pérdida de agroquímicos, causa daños en cultivos adyacentes (Silva, Lunkes, citados por Azevedo, 2011).

En el caso de tensioactivos siliconados, Leiva (2010) señala como importante agregar 2 l/ha de aceite mineral emulsionable a los caldos de aspersión cuando la humedad relativa es el factor limitante (HR < 55-60%). El agregado de tensioactivo siliconado X-Trim, en volúmenes de agua de 15 y 25 l/ha, no afectó significativamente la cobertura cuando las condiciones fueron limitantes (33% HR), aunque se observó una tendencia a reducir la penetración, 2.6 vs. 3.1 gotas/cm²; cuando la humedad no fue limitante (50% HR), en este caso la penetración fue más afectada ya que con gotas más pequeñas hubo más evaporación.

Estudios realizados por Gonçalves (2003) destacaron a los adyuvantes como reductores de la tensión superficial de la gota a diferentes aceites vegetales y minerales. La pulverización con soluciones acuosas con el herbicida asociado al aceite mineral promovió alteraciones en la estructura de ceras epicuticulares de hojas de soja. La mayor área de mojado también se obtuvo con el herbicida asociado al aceite mineral.

Según Xu et al. (2010) la adición de un adyuvante a la solución de pulverización redujo significativamente el ángulo de contacto y el aumento de la superficie mojada, pero el cambio o mejoras variaron con la especie de planta y la clase de adyuvante. En general, el aceite de semillas modificadas o MSO y

un tensioactivo no iónico (NIS), mejoraron la gota al propagarse y mantenerse en el tiempo la evaporación de la gota en las superficies de las hojas cerosas. Las gotas de los adyuvantes a base de aceite tuvieron una distribución más uniforme residual en los patrones de deposición en comparación al adyuvante tensioactivo no iónico. Los resultados de este estudio demostraron que la selección de la clase apropiada de los adyuvantes mejoró significativamente la formación de depósitos en las hojas cerosas, que conduce a una mayor eficacia de los plaguicidas.

Según Mota et al. (2011) la adición de adyuvantes a base de organosiliconados y óleo vegetal contribuyeron a aumentar la deposición de caldos en el tercio inferior y medio de la planta, la situación inversa sucedió utilizando solo fungicidas, con mayores valores de depósitos en el tercio superior.

Según Gimenes et al. (2011) el adyuvante aceleró el tiempo de evaporación de la gota en relación al agua destilada.

La eficacia de los pesticidas a menudo se correlaciona con su zona de difusión (área mojada) y el tiempo de evaporación sobre la superficie de la hoja, la absorción de ingredientes activos de las hojas puede aumentar cuando la duración de la aplicación sobre la hoja es mayor (Xu et al., 2011).

Según Gimenes et al. (2011) si las gotas se evaporan muy rápidamente y no se diseminan en las hojas, los residuos químicos pueden formar cristales que tienen una baja retención de las hojas.

Gonçalves (2003) en el análisis ultra estructural de las superficies foliares observó para el caldo de aplicación del herbicida chlorimuron-ethyl, con y sin el aceite mineral, alteraciones en las superficies foliares, modificaciones en

la estructuras de las ceras epicuticulares, como la disolución de estas en las superficies foliares de plantas de soja y maleza.

Como mencionan Cunha y Peres (2010) el uso de adyuvante promovió un aumento en la densidad de las gotas depositadas en el tercio superior y medio del follaje pero no mejoro la deposición en el tercio inferior.

Stainier et al., citados por Cunha y Peres (2010) describen que las propiedades físicas del caldo puede interactuar con el tipo de boquilla utilizada, promoviendo la formación del chorro de una manera única para cada situación, la variable boquilla no fue utilizada en el experimento en análisis, pero se puede ver cómo estas interactúan con el tipo de adyuvantes.

Algunos de los adyuvantes alteran la permeabilidad de la superficie vegetal, aumentando la penetración y su poder residual. Por lo tanto, se puede hacer un mejor control de la enfermedad, con la obtención de mayores rendimientos. Además, debemos estar atentos al nivel de residuo del ingrediente activo cerca de la cosecha teniendo en cuenta que el mismo puede aumentar con el uso de adyuvantes (Ryckaert et al., citados por Cunha y Peres, 2010).

Wang y Liu, citados por Xu et al. (2010) ha demostrado que el aumento de la concentración de surfactante de 0,01% a 1% promoverá la absorción foliar de plaguicidas. Sin embargo, para algunos tensioactivos, el aumento de la concentración puede producir un efecto negativo sobre la absorción de pesticida cuando la concentración está por encima de un valor crítico.

En un trabajo realizado por Xu et al. (2010) las gotas no pueden extenderse si la concentración es muy baja. También utilizando diferentes tipos de adyuvantes: aceite concentrado de un cultivo (COC), aceite de semillas modificado (MSO), tensioactivo no iónico (NIS) y mezcla de aceite y

tensioactivo (OSB), concluyeron que la eficacia de los adyuvantes MSO y NIS para difundir las gotas fue significativamente mejor que la de los adyuvantes COC y OSB. Las actuaciones de los dos adyuvantes basados en aceite (MSO y COC) sobre las características de propagación de las gotas eran también enormemente diferentes. El adyuvante MSO fue más eficaz en propagar la gota de COC, a pesar de que la concentración de COC fue el doble de MSO. La suspensión del agente tensioactivo OSB fue la menos eficaz en la propagación de las gotas en toda las plantas, una de las causas de esto puede ser que la concentración recomendada de este adyuvante en la solución de la pulverización fue insuficiente.

En algunos casos la penetración por estomas puede ser importante y es cuando se utilizan surfactantes siliconados que actúan sobre la penetración estomática reduciendo la tensión superficial a 20 mN/m. Recientemente se ha postulado que como consecuencia de la notable disminución de la tensión superficial que realizan los adyuvantes organosiliconados, los estomas se “inundarían” de solución herbicida contribuyendo de este modo a la absorción del mismo (Papa y Leguizamón, citados por Lallana et al., 2006).

La mayor concentración de adyuvantes resulta en la formación de micelas con propiedades lipofílicas que tienen la capacidad de solubilizar las cutinas y las ceras. Los adyuvantes podrían influenciar en la penetración cuticular por actuar como co-solventes o como agentes solubilizantes o por afectar la permeabilidad (Hess y Foy, 2000).

Generalmente los adyuvantes hidrofílicos con un alto balance hidrofílico/ lipofílico (HLB) son más efectivos para mejorar la penetración de herbicidas con alta solubilidad en agua, ya que son absorbidos hacia el interior de la cutícula y mejoran su estado de hidratación, mientras que los adyuvantes lipofílicos con un bajo HLB son más efectivos para mejorar la absorción de

herbicidas con baja solubilidad en agua, al aumentar la fluidez de las ceras, lo que se ha medido a través de una pequeña reducción en el punto de fusión (Hess y Foy, 2000).

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS AGROQUÍMICOS UTILIZADOS

Los fungicidas pueden ser clasificados de diferentes formas, basados en el principio en que se fundamenta la aplicación, los fungicidas pueden ser clasificados en tres clases: protectores de contacto o residual, erradicantes y curativos. Esta clasificación se basa principalmente en el modo de acción de los productos. La actividad del fungicida puede ser en superficie, profundidad o sistémica (Azevedo, 2011). En este trabajo los fungicidas utilizados son de actividad sistémica.

Una vez que los fungicidas sistémicos deban penetrar en el tejido de la planta, los adyuvantes tendrán un rol importante ayudando en la penetración facilitando la translocación de los mismos a través de la cutícula, principalmente en cultivos con cutícula cerosas. Es absorbido por medio de las raíces, tallos, hojas y flores, translocándose a otras partes de la planta. La translocación puede ser por medio de la hoja (translaminar), ascendente para nuevos crecimientos (apoplástica) o descendente (simplástica). La mayoría de los fungicidas sistémicos se translocan apoplásticamente por medio de la transpiración de las plantas (Azevedo, 2011).

Opera es un fungicida sistémico para el control de enfermedades foliares en el cultivo de trigo, para el control de roya en maíz y para el control de las enfermedades de fin de ciclo y roya asiática en el cultivo de soja. Es un fungicida de efecto preventivo, curativo y erradicante. La base del control está en la combinación de sus principios activos: pyraclostrobin + epoxiconazole. Pyraclostrobin, es una estrobilurina de última generación que posee rapidez de acción, eficacia y amplio espectro de control sobre patógenos pertenecientes a

las clases de ascomicetos, basidiomicetos, deuteromicetos y oomicetos. Poseen acción prolongada. Pyraclostrobin posee también efectos adicionales sobre el rendimiento debido a sus efectos fisiológicos en la planta que intervienen en el proceso de formación de los granos y en el rendimiento. Epoxiconazole, es un triazol de la familia de los inhibidores del ergosterol (IBE) con acción sistémica y de larga residualidad, la combinación permite disminuir el riesgo de desarrollo de resistencia de los fungicidas con igual modo de acción que las estrobilurinas y contribuye al control fúngico (BASF, s.f.).

Fusion es un fungicida sistémico, con acción preventiva y curativa post infectiva, para el control de enfermedades en los cultivos de trigo, soja y maní. Combina la acción de dos principios activos: flusilazole + carbendazim. Estos dos activos en conjunto poseen acción preventiva y curativa ya que inhiben la germinación de esporas y el crecimiento micelial de los hongos patógenos. Flusilazole es un fungicida sistémico del grupo de los triazoles con acción preventiva y curativa. Penetra rápidamente en la planta, y se transloca de manera progresiva y uniforme a todos los órganos de la misma, esto permite la protección interna de los tejidos de la planta e impide el lavado del producto por acción de las lluvias. El carbendazim es un fungicida sistémico, con acción preventiva y curativa perteneciente a la familia de los bencimidazoles y actúa interfiriendo en la división celular del hongo. Debido a que Fusion está formulado con dos activos que actúan por sistema, se recomienda el uso de LI-Plus, un adyuvante que mejora significativamente la penetración dentro de la planta, aumentando de esa manera su poder de control y residualidad (Agroservicios pampeanos, s.f.). El LI-Plus en su información técnica enumera como características del adyuvante, acidificante, antideriva, surfactante, penetrante y traslocante (AgroServicio Yoris, 2004).

Engeo es un insecticida neurotóxico de uso foliar que combina la acción sistémica de tiametoxam para el control de insectos chupadores y la potente

acción de contacto e ingestión de lambda cyhalotrina para controlar plagas masticadoras. Esta combinación da como resultado un insecticida de alto desempeño con un amplio espectro de control de insectos chupadores y masticadores con moderado efecto residual. Tiene registro de uso para una amplia variedad de cultivos, que incluye, maíz, sorgo, soja, entre otros. En la información técnica del producto no se recomienda o menciona sobre de su compatibilidad con adyuvantes (Rappaccioli, s.f.).

Fullback es un insecticida de contacto, actúa principalmente por ingestión e inhibe la síntesis de quitina en los insectos. Tiene por principio activo el triflumuron, es compatible con la mayoría de los productos fitosanitarios de uso común. Al realizar una mezcla se recomienda efectuar una confirmación previa de compatibilidad. Es moderadamente persistente y resistente a la degradación en medios ácidos y neutros, con una vida media de 960 y 580 días a pH 4 y 7, respectivamente; sin embargo, en medios básicos es degradado en poco tiempo (vida media de 11 días a pH 9). Esta indicado su uso en cultivos como soja, maíz, trigo, cebada, entre otros (Modernel, 2012).

En cuanto al fungicida Opera y los insecticidas Engeo y Fullback, no se pudo recabar información sobre qué tipo de adyuvante sería el más compatible.

Pueden existir interacciones negativas entre los adyuvantes y los agentes patogénicos, además de efectos fitotóxicos. Por ejemplo adyuvantes siliconados no deben de ser mezclados con fungicidas o combinaciones de productos químicos de contacto en los cultivos si las enfermedades que están actuando son bacterianas, ya que facilitarían la entrada de bacterias en las hojas (Azevedo, 2011).

Según Costa et al., citados por Azevedo (2011) la adición de adyuvantes que permitan la solubilización y dispersión de ingredientes activos para aumentar la deposición, adhesión, mojado y retención del insecticida

utilizado en la pulverización pueden aumentar la toxicidad de los bioinsecticidas como de los agroquímicos sobre el cultivo. En las diferentes clases de adyuvantes hay productos que son compatibles con hongos entomopatógenos, consecuentemente la germinación de los conidios no se ve afectada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Los diferentes experimentos se llevaron a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Universidad de la República ubicada en el Departamento de Paysandú.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Cada fitosanitario evaluado constituyó un experimento, en el cuadro No. 1 se describen los productos evaluados.

Cuadro No. 1: Descripción de los productos evaluados en cada experimento

	Principios activos	Nombre comercial	Dosis PC*/ha
Experimento 1	Pyraclostrobin + Epoxiconazole	Opera	0.5
Experimento 2	Flusilazole + carbendazim	Fusion	0.8
Experimento 3	Thiametoxan 25% Lambda-cihalotrina 10,6%	Engeo	0.2
Experimento 4	Triflumuron	Fullback	0.05

*PC: producto comercial

El diseño experimental de todos los experimentos fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, con un tamaño de parcelas de dos metros de ancho por ocho metros de largo. Los tratamientos correspondieron al tipo de adyuvante (sin adyuvante, Agral, Speedwet y Natur'1 Oleo), cada

experimento se repitió en cada horario de aplicación. En el cuadro No. 2 se presenta la descripción del tipo de adyuvante y la dosis evaluada.

Cuadro No. 2: Tipo de adyuvante y dosis usada

Nombre comercial	Dosis de PC
Natur'l Oleo	1 l/ha
Agral	0.15%
Speedwet	50 cc/ha

Cuadro No. 3: Fecha de aplicación de cada experimento y características meteorológicas en cada horario de aplicación

Experimento	Fecha de Aplicación	Estado del Cultivo	Horarios	Temp ° C	HR %
Exp. 1-2	31/01/2012	V 8 35 cm	7	25.5	59
			14	31	50
Exp. 3-4	31/01/2012		14	31	50
Exp. 3-4	15/02/2012	R 2 1.20m	8	20.2	70
			8	20.2	70

Los parámetros de viento para todos los experimentos fue despreciable.

3.3 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

La metodología fue la misma para todos los experimentos. La aplicación fue realizada con un equipo pulverizador presurizado a CO₂, calibrado para aplicar un volumen de 120 L/ha a una presión de 1.8 bar usando boquillas TT 11001 de marca Teejet.

Se adicionó al caldo el trazador Azul Brillante F&C No. 1 (2000 ppm) para la cuantificación de la cantidad de pulverizado en las hojas de soja.

Posterior a la aplicación de los fitosanitarios y luego de un período de espera de media hora aproximadamente (necesario para que seque la pulverización y evitar alteraciones en los niveles del marcador durante el manipuleo), se procedió a recolectar folíolos representativos del estrato medio y superior.

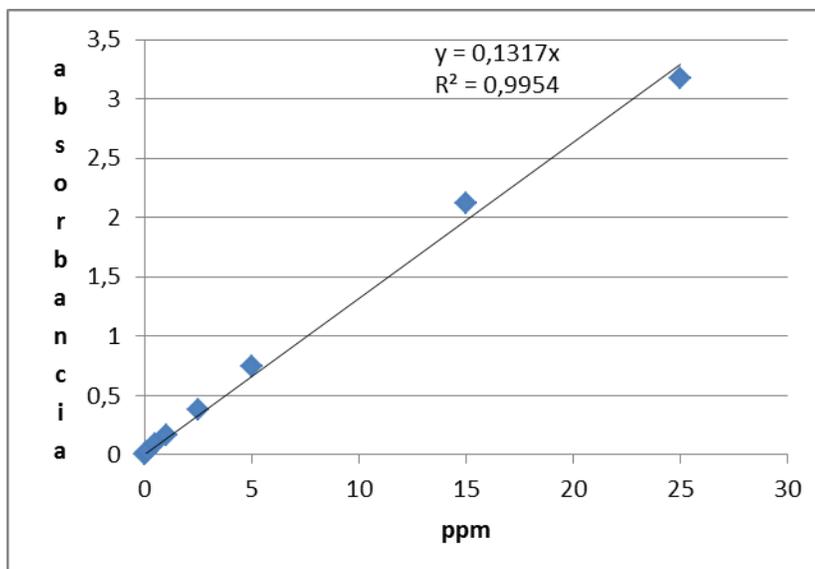
3.4 DETERMINACIONES DE LA DEPOSICIÓN SOBRE LAS HOJAS DE SOJA

Se colectaron 20 folíolos por estrato de planta, medio y superior para la cuantificación de la cantidad de trazador de forma de estimar la deposición sobre la soja. Los folíolos fueron colectados individualmente en bolsas de polietileno previamente identificadas y llevadas al laboratorio donde fueron lavadas con agua (20 mL). La solución resultante fue almacenada en frasco de plástico en ausencia de luz para la determinación de absorbancia en un espectrofotómetro marca Unico 2800 UV/VIS, a una longitud de onda de 630 nm, metodología usada por Palladini et al. (2005), Villalba et al. (2009).

La realización de las curvas de calibración a partir de concentraciones de trazador conocidas y su absorbancia permitió ajustar una regresión que se usó para estimar las cantidades de depósitos en cada foliolo a partir de la medición de la absorbancia del lavado de cada uno.

Por otra parte, se evaluó el área de 50 folíolos usando el programa Image Tool y se ajustó una regresión a partir de esa medida con el producto del largo por el ancho. Los parámetros de la regresión permitieron a partir de las medidas de largo y ancho de cada foliolo, estimar el área foliar. Lo que permitió la expresión de la cantidad de trazador depositado en $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$.

Figura No. 1: Curva de calibración del trazador Azul Brillante



3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La variable deposición del trazador fue analizada para cada horario de aplicación y cada agroquímico. El modelo usado en forma general:

$$Y_{ki} = \mu + \beta_j + L_k + \varepsilon_{jk}$$

Y_{ki} = Variable aleatoria observable

μ = Media general.

B_j = efecto del j-ésimo bloque

L_k = Efecto del k-adyuvante

ε_{ik} = Error experimental

El estudio de la interacción del uso de adyuvante y el horario de aplicación se realizó a través de análisis conjunto, donde se modela las diferentes varianzas de los experimentos y se incluye esta modelación dentro

del análisis. El efecto bloque se considera un efecto anidado dentro del horario de aplicación. También se incluye la interacción adyuvante por hora de aplicación.

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + \beta_j (H_i) + L_k + (HL)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ki} = Variable aleatoria observable

μ = Media general.

H_i = efecto del horario de aplicación

β_j = efecto del j-ésimo bloque

L_k = Efecto del k-ésimo adyuvante

$(LH)_{ik}$ = Interacción entre horario de aplicación y adyuvante

ε_{ijk} = Error experimental

Se usó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS. Las medias de los efectos significativos fueron comparadas usando el test de Tukey con probabilidad de 10%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cabe destacar que no fue cuantificado para ninguno de los fitosanitarios evaluados el nivel de control de insectos ni enfermedad, dado que no hubo incidencia de los mismos.

4.1 ESTUDIO DE DEPOSICIÓN DEL TRAZADOR EN HOJA DE SOJA

4.1.1 Resultados en Opera

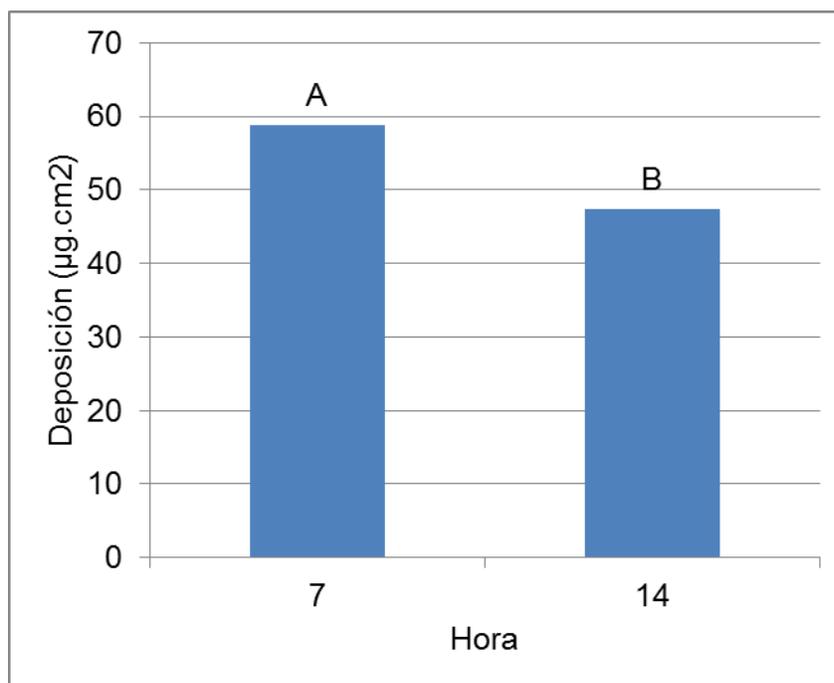
El análisis estadístico de la cantidad de trazador depositado sobre las hojas del cultivo de soja, considerando los factores, adyuvante, hora y la combinación de ambos, no detectó diferencias significativas para adyuvante, ni para la interacción posible, sí se encontró un efecto del horario de aplicación (Cuadro No. 4).

Cuadro No. 4: Anava para deposición de trazador en hojas de soja

	P- valor
Adyuvante	0.1878
Hora	<.0001
Bloque	0.4454
Ady*hora	0.6262

La mayor deposición se constató para la aplicación de las 7 horas, fue 24 % superior respecto a la aplicación de las 14 horas (Figura No. 2).

Figura No. 2: Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$) en hojas según hora de aplicación ($P < 0.10$).



La diferencia observada entre horarios de aplicación podría estar explicada por las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación, la humedad relativa de las 7 horas fue de 59 %, la temperatura de 25.5°C, mientras que a las 14 horas, fueron de 50% y 31°C, respectivamente.

Las condiciones de mayor humedad y menores temperaturas de la mañana, tienen un efecto positivo sobre la deposición del producto en la planta, Azevedo (2011) comenta que una de las causas de disminución en la deposición del producto sería la evaporación, por lo que se debería evitar aplicaciones cuando la temperatura del aire está por encima de 30° y la humedad relativa por debajo de 60 %.

Sumner y Sumner, citados por Azevedo (2011) obtuvieron que las condiciones climáticas afectaron directamente la pulverización. La humedad relativa del aire disminuye rápidamente cerca del mediodía, que es cuando la temperatura está en su pico máximo, estas condiciones se dan a las 14 horas al momento de realizar la aplicación. Además la presión de vapor es muy intensa y eso dificultara la deposición de la gota sobre la superficie foliar, quedando en suspensión, induciendo a la evaporación. Lavers (2001) coincide con lo anteriormente mencionado y agrega que representa un alto riesgo de deriva.

Azevedo (2011) observó una reducción significativa en la eficiencia del tratamiento cuando se hizo la aplicación en la hora de menor humedad relativa del aire, en comparación con aplicaciones en el inicio de la mañana o al final de la tarde. El autor comenta que una forma de contrarrestar el efecto negativo de la humedad relativa del aire, es la pulverización nocturna.

Contrariamente con los resultados obtenidos (Cuadro No. 5) donde no se encontró para la deposición del trazador sobre la hoja, interacción del agregado de adyuvantes según los horarios de aplicación, Leiva (2010) afirmó que en combinación de condiciones atmosféricas muy limitante (38% HR y 29°C), no se recomienda agregar tensioactivo siliconado al agua porque se incrementa la evaporación.

En el mismo sentido, Lallana et al. (2006) destacó que condiciones adecuadas de temperatura y el uso de adyuvantes apropiados, facilitaron un mayor contacto de la gota con la hoja y aumentó la penetración.

Los resultados de la interacción sugieren que el agregado de adyuvantes no mejora la deposición en condiciones ambientales desfavorables.

Cuadro No. 5: Efecto de la hora de aplicación y adyuvante sobre la cantidad de trazador ($\mu\text{g.cm}^2$) depositado en hoja

Adyuvante	Hora	
	7	14
Natur'l Oleo	62,2 A a	49,5 A a
Agral	62,4 A a	46,4 A a
Speedwet	53,3 A a	44,9 A a
S/adyuvantes	57,6 A a	48,5 A a

Letras en minúscula muestran diferencia significativa ($P < 0.10$) de cada adyuvante para cada hora de aplicación. Letras en mayúscula muestran diferencia significativa ($P < 0.10$) entre horarios de aplicación.

El uso de adyuvante no determinó una mayor deposición del fungicida, este producto no tiene según la etiqueta comercial recomendación de un adyuvante específico (Cuadro No. 6).

Cuadro No. 6: Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g.cm}^2$) en hojas para los adyuvantes evaluados

Adyuvante	Deposición
Natur'l Oleo	55,9 A
Agral	54,4 A
Speedwet	49,1 A
S/adyuvantes	53,1 A

4.1.2 Resultados en Fusión

Como se puede observar a partir del análisis de Anava solo existen diferencias provocadas por la hora de aplicación y efecto de la combinación del adyuvante y la hora en que se realizó la aplicación. Las condiciones ambientales fueron las mismas que para Opera.

Cuadro No. 7: Anava para deposición de trazador en hojas de soja

	P-valor
Adyuvante	0,1122
Hora	<.0001
Bloque (hora)	0,7684
Ady*hora	0,0154

La interacción adyuvante por hora de aplicación lo explican el comportamiento de Speedwet y del fungicida sin adyuvante, quienes aplicados a las 7 horas determinaron una deposición superior en 29% y 39%, respectivamente, en relación a la deposición de las 14 horas (Cuadro No. 8).

La posible explicación a la menor deposición provocada por Speedwet puede ser un incremento de la evaporación como explica Leiva (2010) que puede suceder cuando se agrega tensioactivo siliconado al agua y aplicaciones de condiciones atmosféricas muy limitante.

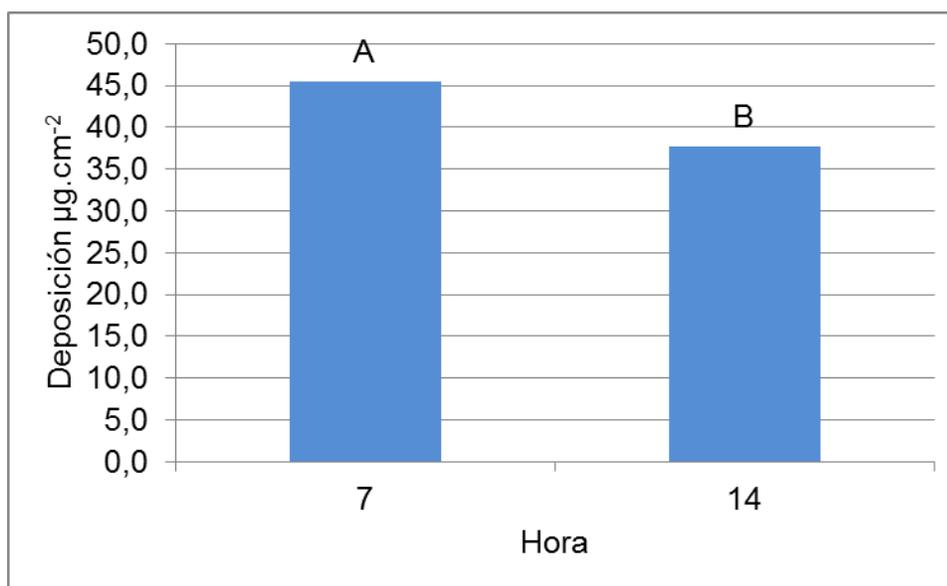
Cuadro No. 8: Efecto de la hora de aplicación y adyuvante sobre la cantidad de trazador ($\mu\text{g.cm}^2$) depositado en hoja

Adyuvante	Hora	
	7	14
Natur'l Oleo	38,1 B a	38,1 A a
Agral	45,8 A B a	39,4 A a
Speedwet	49,1 A a	38,0 A b
S/adyuvantes	48,9 A a	35,1 A b

Letras en minúscula muestran diferencia significativa ($P < 0.10$) de cada adyuvante para cada hora de aplicación. Letras en mayúscula muestran diferencia significativa ($P < 0.10$) entre horarios de aplicación.

Al igual que Opera se obtuvieron similares porcentajes de deposición del trazador. En promedio la deposición de la aplicación a las 7 horas fue 20% superior respecto a la aplicación de las 14 horas (Figura No. 3).

Figura No. 3: Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}.\text{cm}^2$) en hojas según hora de aplicación



Para el factor principal adyuvante no existieron diferencias significativas. La etiqueta comercial de este fungicida recomienda su uso con el adyuvante LI- Plus para mejorar su comportamiento. Ninguno de los adyuvantes usados en este experimento determinó ventajas en la deposición del mismo.

Cuadro No.9: Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$) en hojas para los adyuvantes evaluados

Adyuvante	Deposición
Natur'l Oleo	38,2 A
Agral	42,6 A
Speedwet	43,5 A
S/adyuvantes	42,0 A

4.1.3 Resultados en Engeo

El efecto del adyuvante, hora y el efecto de la interacción entre adyuvante con hora no influenció significativamente ($P>0.10$) en la cantidad de trazador depositado sobre la hoja de soja.

Cuadro No. 10: Anava para deposición de trazador en hojas de soja

	P-valor
Adyuvante	0,2764
Hora	0,183
Bloque	0,002
Ady*hora	0,1088

Azevedo (2011) encontró que las condiciones de mayor humedad y menores temperaturas de la mañana, tienen un efecto positivo sobre la deposición del producto. Sumner y Sumner, citados por Azevedo (2011) obtuvieron que la humedad relativa del aire disminuye rápidamente cerca del mediodía y que es cuando la temperatura está en su pico máximo, lo que dificultó la deposición de la gota sobre la superficie foliar, quedando en suspensión, induciendo a la evaporación. Azevedo (2011) observó una reducción significativa en la eficiencia del tratamiento cuando se hizo la

aplicación en la hora de menor humedad relativa del aire, en comparación con aplicaciones en el inicio de la mañana o al final de la tarde.

Es de destacar que ninguno de los tratamientos evaluados interaccionó según la recomendación bibliográfica como destacó Lallana et al. (2006).

Cuadro No. 11: Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$) en hojas para los adyuvantes evaluados

Adyuvante	Deposición
Natur'l Oleo	41,8 A
Agral	43,0 A
Speedwet	40,9 A
S/adyuvantes	45,8 A

A diferencia de los experimentos anteriores el insecticida Engeo no presentó diferencias en la deposición por la hora de aplicación.

Cuadro No. 12: Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$) en hojas según hora de aplicación

Hora	Deposición
8	41,6 A
14	44,1 A

4.1.4 Resultados en Fullback

En Fullback hubo efecto del adyuvante y la hora de aplicación sobre la deposición de trazador sobre la hoja de soja, pero no de la interacción.

Cuadro No. 13: Anava para deposición de trazador en hojas de soja

	P-valor
Adyuvante	<.0001
Hora	<.0001
Bloque (hora)	<.0001
Ady*hora	0,1455

El testigo presentó una mayor deposición que los tratamientos con adyuvante, el testigo solo presentó similar deposición que el tratamiento con Speedwet. Por lo que podríamos destacar que los adyuvantes tuvieron efecto negativo por la menor deposición en las hojas e incluso el antagonismo en el caso del adyuvante Agral fue muy severo, determinando una disminución de la deposición del 17%. Es importante mencionar que Modernel (2012) señala que para el fitosanitario Fullback se recomienda efectuar una confirmación previa de compatibilidad, la cual no se realizó en este experimento, aunque a simple vista no hubo incompatibilidad física. El efecto negativo de los adyuvantes con este fitosanitario puede estar explicado por la disminución acentuada de la tensión superficial que puede haber favorecido la ocurrencia de escurrimiento desde las hojas y así determinar la menor deposición. Esto pudo estar agravado por la presencia de rocío al momento de realizar el experimento en ese horario.

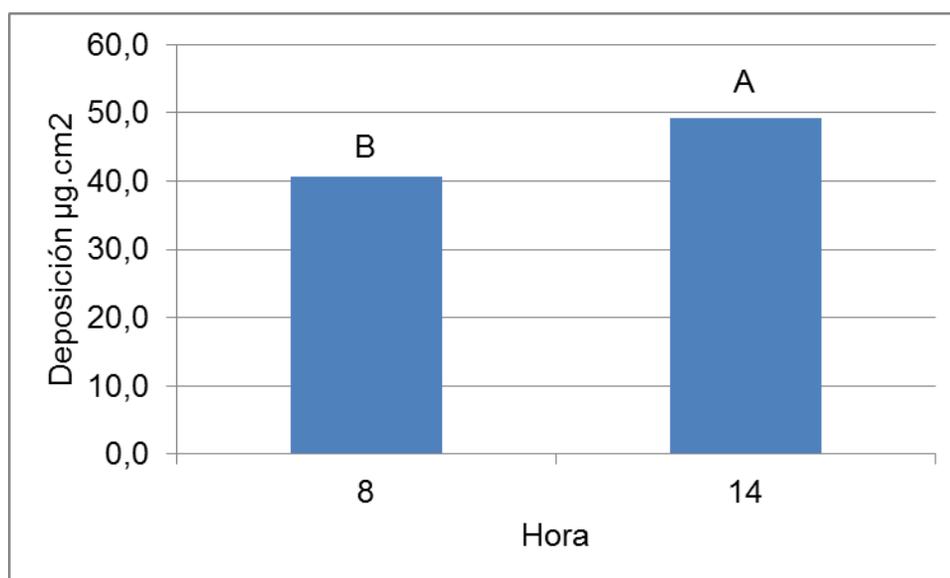
Este efecto de no utilizar adyuvante para Fullback, puede ser visto como beneficioso, ya que se asocia a una mejor cantidad de producto depositado sobre las hojas y con menores costos operativos.

Cuadro No. 14: Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$) en hojas para los adyuvantes evaluados

Adyuvante	Deposición
Natur'l Oleo	42,8 BC
Agral	39,3 C
Speedwet	47,3 AB
S/adyuvantes	50,6 A

Los resultados de deposición en la hora de aplicación para Fullback, aunque contradictorios con los anteriores de Opera y Fusion pueden ser explicados por el comportamiento del follaje de soja, como lo indica Boller et al. (2011). Estos autores asociaron los mayores rendimientos y mayores controles de la enfermedad en las aplicaciones al mediodía y principio de la tarde por los cambios en la orientación del follaje a lo largo del día que permitió mayor penetración. Quizás para este producto la deposición esté menos afectada por la evaporación y sí sea más condicionada a la retención en las hojas.

Figura No. 4: Cantidad de trazador depositado ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$) en hojas según hora de aplicación



El testigo presentó una tendencia a una mayor deposición en la aplicación con condiciones limitantes. Todos los adyuvantes, independientemente de la hora podrían haber actuado antagónicamente con el fitosanitario, pero estas diferencias no fueron significativas estadísticamente. El aumento de la cantidad de trazador depositado se produjo a las 14 horas, sugiriendo que las condiciones ambientales no lo afectaron.

Cuadro No. 15: Efecto de la hora y adyuvante sobre la cantidad de trazador ($\mu\text{g.cm}^2$) depositado en hoja

Adyuvante	Hora	
	8	14
Natur'l Oleo	39,6 A a	46,1 A a
Agral	34,4 A a	44,1 A a
Speedwet	45,4 A a	49,1 A a
S/adyuvantes	43,0 A a	58,1 A a

5. CONCLUSIONES

Las respuestas al uso de adyuvantes y su interacción con el horario de aplicación fueron específicas para cada fitosanitario.

En Opera y Fusion la hora de aplicación afectó la cantidad de producto aplicado sobre la hoja de soja, no existiendo diferencias en función del tipo de adyuvante. Las deposiciones fueron superiores cuando las aplicaciones se realizaron en la hora de menor temperatura y mayores condiciones de humedad relativa.

Sin embargo, Fusion presentó interacción entre hora de aplicación y el adyuvante agregado. La inclusión de un adyuvante organosiliconado determinó una menor deposición en el horario de peores condiciones. Igual comportamiento presentó el tratamiento en ausencia de adyuvante.

En el insecticida Engeo los factores de estudio no modificaron la deposición.

En Fullback existieron diferencias entre adyuvantes y horario de aplicación, algunos adyuvantes presentaron antagonismo en la deposición del producto. La deposición pudo verse afectada por la presencia de rocío en la mañana y tal vez por la mayor intercepción del pulverizado, consecuencia de la disposición del follaje en el horario de condiciones adversas

6. RESUMEN

El incremento en área agrícola en nuestro país ha llevado hacia un aumento en el uso de agroquímicos. La tecnología de aplicación es una herramienta permanente, por lo que surge la necesidad de profundizar los conocimientos sobre aspectos relacionados para realizarla en forma precisa, de forma de mejorar la eficiencia, reducir costos, conseguir resultados satisfactorios aun en condiciones meteorológicas adversas y disminuir así los riesgos de contaminación ambiental. La tecnología del uso de adyuvante, busca mejorar la efectividad de los productos a través de la modificación de las características de la solución. El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar la deposición en soja con el uso de distintos adyuvantes (aceite, adyuvante siliconado y adyuvante no iónico) en dos horarios de aplicación en condiciones meteorológicas contrastantes (50% de humedad relativa y temperatura > a 30°C vs humedad relativa > a 50 y temperatura < a 30°C) para la aplicación de los insecticidas (Engeo y Fullback) y los fungicidas (Opera y Fusión). Los diferentes experimentos se llevaron a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Universidad de la República ubicada en el Departamento de Paysandú. El diseño experimental de cada experimento fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las aplicaciones se realizaron con el trazador Azul Brillante a razón de 2000 ppm de forma de cuantificar la deposición en las hojas de soja. Los distintos fitosanitarios presentaron diferente comportamiento al agregado de adyuvante en los distintos horarios de aplicación. Opera no presentó efecto en la deposición en función del tipo de adyuvante y la hora de aplicación, mientras que Fusion en las condiciones meteorológicas limitantes presentó menor deposición sin adyuvante y cuando el adyuvante usado fue Speedwet. Por otra parte, en el horario favorable para la aplicación Natur'1 Oleo presentó un comportamiento

antagónico. La deposición de Engeo no se vio afectada por los factores estudiados. La deposición de Fullback fue determinada por la hora de aplicación y por el adyuvante, en el caso de Naturál Oleo y Agral determinaron antagonismo en la deposición.

Palabras clave: Adyuvante; Horario de aplicación; Condiciones ambientales; Deposición.

7. SUMMARY

The increase in agricultural area in our country has led to an increase in the use of agrochemicals. Technology application is a permanent tool, so there is a need to deepen knowledge on issues related to perform it accurately, so as to improve efficiency, reduce costs, achieve satisfactory results even in adverse weather conditions and thus reduce the risks of environmental pollution. The use of adjuvant technology seeks to improve the effectiveness of the products through the modification of the characteristics of the solution. The aim of the present work was to evaluate soybean deposition, for applications in two hours of application with contrasting weather conditions (50% relative humidity and temperature > 30 ° C vs. relative humidity > 50 and temperature < 30 ° C) and three types of adjuvants (oil, silicone adjuvant and adjuvant nonionic) in the application of two insecticides (Engeo, Fullback) and two fungicides (Opera, Fusion). Different experiments were carried out at the Experimental Station Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) at the University of the Republic located in the Department of Paysandu. The experimental design of each experiment was randomized complete block with three replications. Applications were made with Brilliant Blue tracer at a rate of 2000 ppm way to quantify the deposition in the leaves of soybean. Different pesticides showed different behavior to the addition of adjuvant in different application schedules. Opera did not show effect on the deposition rate based adjuvant and time of application, while Fusion limiting weather conditions without adjuvant had lower deposition as the adjuvant used was Speedwet. Moreover, the favorable schedule for implementation Oil Natur'l presented antagonistic behavior. Engeo deposition or had no effect on the time of application or the type of adjuvant, or interaction. Fullback deposition was determined by the time of application and the adjuvant, in the case of Oil and Agral Natur'l determined antagonism deposition.

Keywords: Adjuvant; Schedule of implementation; Environmental conditions;
Deposition.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AARON, L.W.; ALEX, R.M.; FRED, W.R.; JOHN, L.L. 2004. Glyphosate efficacy on velvetleaf varies with application time of day. *Weed Technology*. 18:931–939.
2. AGROSERVICIOS PAMPEANOS (ASP). s.f. Fusion2; fungicida de acción combinada y preventiva. (en línea). s.l. s.p. Consultado 24 abr. 2013. Disponible en <http://www.aspla.com/descargas/Productos/36%20FUSION.pdf>
3. AGROSERVICIO YORIS. 2004. Antideriva; aplicar no es lo mismo que pulverizar. (en línea). *Revista Producción*. ene-feb.: s.p. Consultado 24 abr. 2013. Disponible en http://www.produccion.com.ar/2004/04ene_15.htm
4. AZEVEDO, L.A. 2011. Adjuvantes agrícolas para a proteção de plantas. Río de Janeiro, IMOS. 264 p.
5. BASF. s.f. Fungicida OPERA; suspo-emulsión. (en línea). s.l. s.p. Consultado 24 abr. 2013. Disponible en http://www.agro.basf.com.ar/images/cat_pdf/Opera.pdf
6. BEATTIE, G.A.; MARCELL, L.M. 2002. Effect of alterations in cuticular wax biosynthesis on the physicochemical properties and topography of maize leaf surfaces. *Plant, Cell and Environment*. 25: 1-4.
7. BHUSHAN B.; JUNG, Y.C. 2008. Wetting, adhesion and friction of superhydrophobic and hydrophilic leaves and fabricated

micro/nanopatterned surfaces. *Journal of Physics: Condensed Matter*. 20 (22): 1-24.

8. BOLLER, W; CIGANA, M.; COSTA, D. I. 2011. Condições do ar e angulação das folhas influenciam a qualidade das pulverizações na cultura da soja?(en línea). *Revista Plantio Direto*. 121: 33-37. Consultado 30 abr. 2013. Disponible en http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=1031
9. CHAMEL, A. 1986. Foliar absorption of herbicides: study fo the cuticular penetration using isolated cuticles. *Physiologie Vegetale*. 24(4): 491-508.
10. CUNHA, J.P.A.; TEIXEIRA, M.M.; CASTILLO, B.; RODRIGUES, G. 2012. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. *In*: Cali, M.J.; Izaguirre, S. ed. *Tecnología de la aplicación de agroquímicos*. Alto Valle, s.e. pp. 27-44.
11. GARCIA TORRES, L. 1991. Comportamiento de los herbicidas en la planta. *In*: Fernández-Quintanilla, C. ed. *Fundamentos sobre malas hierbas*. Madrid, Mundi-Prensa. pp. 130-157.
12. GASKIN, R.; MURRAY, R.; KRISHNA, H.; CARPENTER, A. 2000. Effect of adjuvants on the retention of insecticide spray on cucumber and pea foliage. *New Zealand Plant Protection Society*. 53: 355-359.
13. GIMENES M.; ZHU H.; RAETANO C.; OLIVEIRA R.; CHRISTOVAM, R.; DAL POGETTO M.; COSTA S. 2011. Adjuvant effects on droplets evaporation time and wetted area on soybean plants. *In*: Sintag -

Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos (5º., 2011, Cuiabá). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.

14. GONÇALVES DE MENDONÇA, C. 2003. Efeito de óleos minerais e vegetais nas propriedades físico-químicas das caldas de pulverização e suas interações com superfícies foliares. Tesis Ing. Agr. Botucatu, San Pablo. Universidad Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Facultad de Ciências Agronômicas de Campus de Botucatu. 96 p.
15. HESS, F.D.; BAYER, D.E.; FALK, R.H. 1974. Herbicide dispersal patterns; I. as a function of leaf surface. *Weed Science*. 22 (4): 394-401.
16. _____; FALK, R.H. 1990. Herbicide deposition on leaf surfaces. *Weed Science*. 38: 280-288.
17. _____; FOY, C.L. 2000. Interaction of surfactants with plant cuticles. *Weed Technology*. 14 (4): 807-813.
18. KOGAN, M.; PÉREZ, A. 2003. Herbicidas; fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile. 333 p.
19. KRAATZ, G.W.; ANDERSEN, R.N. 1980. Leaf movements in sicklepod (*Cassia obtusifolia*) in relation to herbicide response. *Weed Science*. 28(5): 551-556.
20. LABRADA, R.; CASELEY, J.C.; PARKER, C. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. (en línea). Roma, FAO. s.p. (Serie Técnica no. 120). Consultado 24 abr. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s00.htm#Contents>

21. LALLANA, M.C.; BILLARD, C.E.; ELIZALDE, J.H.; LALLANA, V.H. 2006. Breve revisión sobre características de la cutícula vegetal y penetración de herbicidas. Ciencia, Docencia y Tecnología. 13 (33): 229-241
22. LAVERS, A. 2001. Guidelines on good practice for ground application of pesticidas. (en línea). Rome, FAO. s.p. Consultado 24 abr. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/Y2767E/Y2767E00.htm>
23. LEIVA, P.D. 2010. Evaluación de técnicas de aplicación para control de enfermedades fin de ciclo en cultivos de soja, experiencias aéreas y terrestres con el uso de coadyuvantes. (en línea). Pergamino, INTA. 28 p. Consultado 24 abr. 2013. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-agricultura/soja/articulos/evaluacion-tecnicas-aplicacion-control-t3032/415-p0.htm>
24. MCWHORTER, C.G. 1993. Epicuticular wax on johnsongrass (Sorghum halepense) Leaves. Weed Science. 41(3): 475-482.
25. MASSARO, R.A. 2004. Tecnología para la aplicación de fungicidas foliares en soja con equipos terrestres. Revista para Mejorar la Producción. 27: p.irr.
26. MODERNEI, R. 2012. Guía uruguaya para la protección y fertilización vegetal. (en línea). 12^a. ed. Montevideo, SATA. 464 p. Consultado 24 abr. 2013. Disponible en <http://www.laquiasata.com/joomla/>
27. MOHR, K.; SELLERS, B.A.; SMEDA, R.J. 2007. Application times of day influences glyphosate efficacy. Weed Science. 21(1): 7-13.

28. MOTA A.; ANTUNIASSI U.; SILVA A.; CHECHETTO R.; OLIVEIRA R.; BOIANI R. 2011. Análise da deposição de fungicidas em mistura com adjuvantes em aplicações aérea e terrestre. In: Sintag - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. (5º., Cuiabá). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
29. OLIVET, J.J.; PICOS, C.D.; VILLALBA, J.; ZERBINO, S. 2013. Tecnología de aplicación terrestre para el control de insectos en el cultivo de soja. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 17(4): 450–455.
30. PALLADINI, L.A.; RAETANO, C.G.; VELINI, E.D. 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Scientia Agrícola*. 62 (5): 440-445.
31. RAMSEY, R.J.L.; STEPHENSON, G.R.; HALL, J.C. 2005. A review of the effects of humidity, humectants, and surfactant composition on the absorption and efficacy of highly water-soluble herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 82: 162-175.
32. RAPPACCIOLI McGREGOR (RAMAC). s.f. ENGE0 24.7 SC. (en línea). s.l. Consultado 24 abr. 2013. Disponible en http://www.ramac.com.ni/index.php?option=com_content&view=article&id=65&Itemid=123
33. RIEDERER, M.; SCHREIBER, L. 2001. Protecting against water loss: analysis of the barrier properties of plant cuticles. *Journal of Experimental Botany*. 52(363): 2023-2032.
34. RODRIGUES DA CUNHA, J.P.; MANSSANO PERES, T.C. 2010. Influencia de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da

- ferrugem asiática da soja. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 32 (4): 597-602.
35. SANYAL, D.; BHOWMIK, P.C.; REEDY, K.N. 2006. Leaf characteristic and surfactants affect primisulfuron droplets spread in three broadleaf weeds. *Weed Science*. 54(1): 16-22.
36. SELLERS, B. A.; SMEDA, R.J.; JOHNSON, W.G. 2003. Diurnal fluctuations and leaf angle reduce glufosinate efficacy. *Weed Technology*. 17(2):302-306.
37. SUPERAGRO. 2010. Speed Wet Siliconado. (en línea). s.l. Consultado 24 abr. 2013. Disponible en <http://superagro.com.uy/speed-wet-siliconado/>
38. VILLALBA, J.; MARTINS, D.; COSTA, N.V.; DOMINGOS, V.D. 2009. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. *Ciência Rural*. 39: 1738-1744.
39. WALTZ, A.L.; MARTIN, A.R.; ROETH, F.W.; LINDQUIST, J.L. 2004. Glyphosate efficacy on velvetleaf varies with application time of day. *Weed Technology*. 18: 931-939.
40. WANG, C.J.; LIU, Z.Q. 2007. Foliar uptake of pesticides-present status and future challenge. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 87: 1-8.
41. XU, L.; ZHU, H.; OZKAN, H.E.; BAGLEY, W. E.; DERKSEN R.C.; KRAUSE C.R. 2010. Adjuvant effects on evaporation time and wetted área of droplets on waxy leaves. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 53(1): 13-20.