

Título: *Calidad de aplicación de productos Fitosanitarios y su influencia en el efecto de control de plagas, malezas y enfermedades.*

Autores: *Ing. Agr. Juan Facundo Rodríguez.*

Gregorio, Numo y Noel Werthein SA.

Palabras clave: *Calidad-Agroquímicos-Tamaño de gotas-Numero de impactos.*



Resumen

En los últimos años la aparición de nuevas plagas, enfermedades más agresivas, en mayor número, y con condiciones ambientales no del todo favorables se comenzó a observar que los tratamientos con productos fitosanitarios pierden eficiencia, o al menos no la tienen en la misma proporción que años atrás. Se comenzó a estudiar la eficiencia de las aplicaciones realizadas a campo para determinar la llegada de producto al objetivo comparando el tipo de aplicaciones tradicionales y los resultados que se obtienen cuando la aplicación es monitoreada y dirigida al objetivo de control. Con estos métodos de aplicación se logra aumentar la eficiencia de los productos aplicados y mejorar cualidades de la máquina que realiza el trabajo, personal utilizado, menor impacto ambiental por la reducción del peso de la maquina y por ende la compactación, menor tiempo del caldo en el tanque que se traduce en menor degradación del principio activo, entre otros factores. Para llevar a cabo estos objetivos se toman decisiones agronómicas de manejo que permiten variar el tamaño y cantidad de impactos logrando mayor penetración y llegada al objetivo de aplicación de acuerdo a las condiciones ambientales y de cultivo que se tenga en determinado momento.



Introducción y justificación con síntesis de la bibliografía fundamental

Hoy se está muy familiarizado a que cuando se decide pulverizar solo hay que preocuparse por las dosis, ver que todas las pastillas o picos apliquen más o menos parejo y después si las condiciones no son las adecuadas se aumenta un poco la cantidad de producto o el volumen usado para que “moje más” y como técnicos no hay mucho mas por mejorar. La realidad es que se está poniendo en juego un capital muy grande cada vez que se carga la pulverizadora, y además jugando un papel muy importante en lo que es el medio ambiente, por lo que se debe cuidar de ser cada vez más eficientes para que socialmente los agroquímicos y los aplicadores sean bien vistos socialmente. Se debe dejar de medir las aplicaciones con un solo parámetro como es el volumen aplicado, sino que se debe manejar el tamaño, número y distribución de los impactos para lograr una aplicación de calidad.

Rose, 1963 publicó una historia del desarrollo de las técnicas de aplicación y al igual que Brown et al., 1951, en sus libros acerca del control químico, incluyó capítulos en los que se describen métodos de aplicación. Potts, 1958 describió los primeros trabajos sobre aspersiones concentradas, Maas, 1971 revisó la aplicación de aspersiones de ultra bajo volumen (UBV) y Brinda y Singh, 1971 trataron del equipo de aplicación con especial referencia a la India. El Internacional Plant Protection Centre, publicó una breve descripción de equipos (Deutsch y Poole, 1972) y una lista de fabricantes y sus direcciones (Deuscht, 1976).

Por la década del ´70, la empresa CIBA disponía de un manual para tarjetas hidrosensibles con el número de impactos necesarios según se esté aplicando insecticidas, herbicidas o fungicidas. Esa tabla hoy sigue vigente, solo que en aquel momento y hoy en día, no se especifica la concentración de principio activo en los impactos.

También se conoce que para cada tipo de aplicación se usa determinado tipo de pico o pastilla, abanico plano para herbicidas; y cono hueco para insecticidas y fungicidas (Terapéutica Vegetal, Curso 2007 – Facultad de Ciencias Agrarias – UNR). Más adelante se podrán desmentir esas afirmaciones y ver que independientemente del pico que se esté utilizando hay otros factores que van a influir mas al momento de realizar el control.

Por último, la investigación se baso en los conocimientos transmitidos por Esteban Frola, especialista en el tema de calidad de aplicación, a través de la pagina Planeta Soja y la consultoría dirigida por él en esa página.

Algunos de los comentarios de Esteban Frola, se cita a continuación:

El tema no es tirar poca agua, sino manejar tamaño de gota y uniformidad. Para cualquier aplicación la elección del tamaño de gota está determinado por la cobertura y la dificultad para llegar al objetivo. Por ejemplo en el caso de realizar un barbecho sobre un rastrojo de sorgo, la maleza está cubierta por el mismo, el tamaño de gota debería rondar los 200 micrones (con las Albus D513 a 4 Bar de presión). Si en cambio el rastrojo es de soja, en general la dificultad para



impactar la maleza (objetivo) es menor, trabajando a 3 Bar de presión y con gota de 250 micrones estarías cumpliendo los objetivos. Para medir la llegada del producto es indispensable el uso de tarjetas hidrosensibles, en caso de aplicar con viento lateral, coloca las tarjetas debajo de la mitad del botalón que no enfrenta el viento, a cielo abierto (sin que nada se interponga a los impactos) para corroborar lo que está haciendo la maquina y en la misma medición coloca tarjetas escondidas donde te parece que debería llegar el producto. La cantidad de impactos por cm² (cobertura) va a depender de la concentración de principio activo que lleve cada gota. No es lo mismo una aplicación con 80 lts de agua, que una con 25 lts (considerando un tamaño determinado de gota uniforme en ambas) cada impacto de la aplicación de bajo volumen tendrá 3 veces más de concentración de principio activo. Si tenes en cuenta los conceptos analizados, obteniendo 30-40 impactos /cm² en la tarjeta a cielo descubierto, deberías lograr una buena aplicación. Esteban Frola. 03/11/2009. www.planetasoja.com

Técnica de aplicación

Este método se desarrollo por Oscar Dichiara, dueño de la firma Davilor, fábrica de pulverizadores de la localidad de Venado Tuerto. Básicamente basó el diseño de una máquina pulverizadora para la gota que se quería hacer, es decir, maquina liviana, de alta velocidad, una excelente estabilidad del botalón y con un buen sistema de amortiguación que supere los obstáculos de los lotes agrícolas. Actualmente, la técnica es adaptable a las maquinas que se disponen ya que lo que se hace es trabajar en base a la presión utilizada y a las pastillas que se disponen, haciendo asperjados que sean parejos y uniformes, y con un tamaño de gotas determinado según el objetivo de la aplicación.

Como medida de manejo para mejorar la calidad de aplicación se colocan pastillas como hueco Albus D513, a un distanciamiento de 0,70 m entre pastillas y variando la altura del botalón entre 0,70 m y 1,00 m de acuerdo a las condiciones de viento, para favorecer a que los conos de aspersión tengan al menos dos cruces entre sí, y guiados por la Tabla N° 1 según el tamaño de gota a lograr se determina la presión de trabajo, y un rango de velocidad en el cual se elige el caudal total a aplicar.

Características de las Pastillas D513

Figura N° 5. Pastillas Albus D513





Tabla Nº 1. Volumen/ha según tamaño de gota, pastillas y velocidad. Fuente Davilor.



Volumen/Ha. SEGÚN TAMAÑO DE GOTA, PASTILLAS Y VELOCIDAD Para D.E.P 70 cm

Diametro de gotas (µm)	400		350		280		250		220		190		160	
Disco	D5		D5		D5		D5		D5		D5		D5	
Núcleo	13	23	13	23	13	23	13	23	13	23	13	23	13	23
Bar	0,7	0,7	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Velocidad (Km/h)														
14	17	23	26	27	28	26	33	44	29	50	43	56	47	60
16	15	20	17	24	24	32	29	29	34	44	38	49	41	53
18	13	18	15	21	21	28	26	34	30	29	34	43	37	47
20	12	16	14	19	19	25	23	31	27	35	30	39	33	42
22	11	14	12	17	18	23	21	28	25	32	28	35	30	38
24	10	13	11	16	16	21	19	26	23	29	25	33	28	35
26	9	12	11	15	15	19	18	24	21	27	23	30	25	32
28	9	11	10	13	14	18	17	22	19	25	22	28	24	30
30	8	11	9	13	13	17	16	21	18	23	20	26	22	28
32	8	10	9	12	12	16	15	19	17	22	19	24	21	26
34	7	9	8	11	11	15	14	18	16	21	18	23	19	25
36	7	9	8	10	11	14	13	17	15	20	17	22	18	23
38	6	8	7	10	10	13	12	16	14	18	16	21	17	22

Si se analiza la tabla, las pastillas aumentan o disminuyen el tamaño de gota de acuerdo a la presión con la que se trabaje, por lo tanto, si el aplicador está capacitado en los fundamentos de esta técnica, puede solucionar por ejemplo un problema de deriva en el límite de un cultivo sensible con solo disminuir la velocidad de trabajo. Una ventaja más de estas pastillas es que mantienen la uniformidad a pesar de las variaciones de presión.

Por último para que la técnica de aplicación sea válida deben mantenerse las siguientes premisas:

- ✓ Respetar el tamaño y número de impactos de acuerdo al objetivo a controlar.
- ✓ Monitorear y respetar las condiciones ambientales, rangos de temperatura inferiores a 30°C; humedad relativa superior a 40% y vientos con velocidades menores a 18-20 km/h; y tener en cuenta que cuando estas condiciones no son tales, se debe recurrir al uso y manejo de los coadyuvantes. Como estas condiciones son prácticamente ideales, es preferible acompañar siempre la aplicación con coadyuvantes (anti evaporante) que nos ayuden a proteger la gota que se está generando. La importancia de esta protección es porque se pretende que la gota que sale de la boquilla llegue al blanco con la mínima variación de tamaño. El anti evaporante juega un papel fundamental en la superficie de la gota expuesta a la evaporación, trabajando como regulador del tamaño de los impactos.



Objetivos

Fijar pautas que permitan regular los equipos aplicadores de productos fitosanitarios para mejorar la calidad de aplicación.

Establecer estrategias que puedan indicar que ante determinada condición debería aplicarse de una forma y cuando las condiciones cambian poder variar la forma de aplicar para seguir manteniendo la misma calidad en la aplicación.

Analizar si hay efectos colaterales que sean benéficos o no, ya sea para el medio ambiente o para el aplicador que trae aparejada la técnica de aplicación.

Materiales y Métodos

Ubicación del sitio de acción:

El lugar en el que se comenzaron las investigaciones es un establecimiento Agrícola-Ganadero, al que se lo conoce como “Estancia Fortín Acha”. Se encuentra sobre el margen de la Ruta Provincial N° 50, a 15 km de la localidad de Vedia, y a 70 km hacia el Oeste de la localidad de Junín, Provincia de Buenos Aires, suelos arenosos, con buena profundidad, lotes con napa, lomas, bajos; ambientes muy diversos. La superficie total es de 5112 ha, de las cuales, en la campaña 2010-2011 se distribuyó de la siguiente manera:

- Maíz pisingallo 880 ha.
- Maíz para silo 240 ha.
- Soja de primera 1150 ha.
- Trigo/soja de segunda 715 ha.
- Lino/soja de segunda 220 ha.
- Verdeos 100 ha.
- Girasol confitero 200 ha.
- Producción de semilla de Maíz bajo sistemas de riego 600 ha.
- Praderas implantadas 50 ha.
- Praderas naturales 957 ha

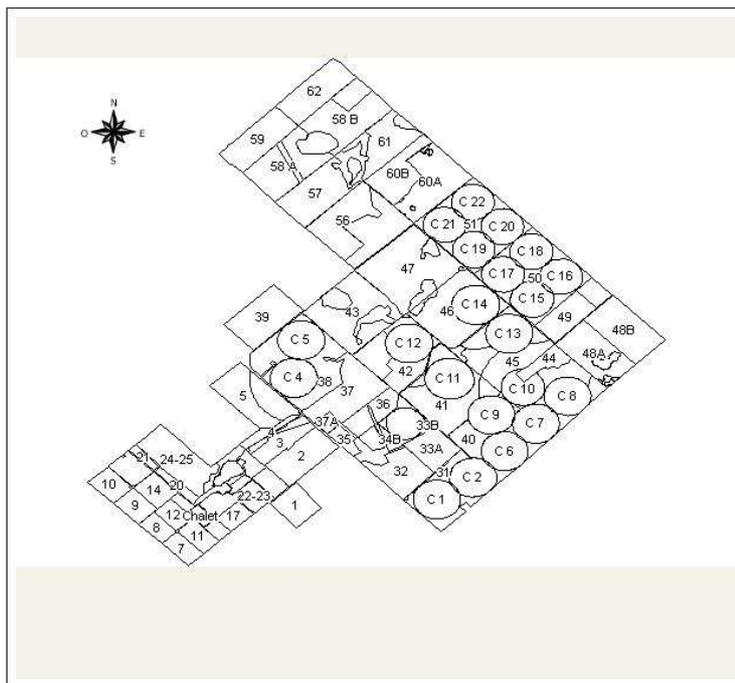


Figura N° 1. Establecimiento Fortín Acha. Geoagro GIS



Esta distribución da idea de la complejidad que puede tener la aplicación de agroquímicos respecto a la sensibilidad de los lotes lindantes y los cuidados que debe tener el aplicador a la hora de efectuar su trabajo.

En cuanto a la maquinaria utilizada, el servicio de pulverización tanto terrestre como aérea es contratado a terceros. El equipo terrestre trabaja prácticamente de forma exclusiva para este establecimiento, y es con el cual se desarrollaron las investigaciones. La empresa contratista dispone de dos equipos Pla, de 25 mts de largo de botalón y 3000 lts de capacidad de tanque, porta picos quintuples, y al momento de comenzar las pruebas, picos abanico plano, cono hueco y anti deriva.

Se dispone de un software para el análisis de las tarjetas hidrosensibles (CIR 1.5) colectadas a campo para que el análisis tenga validez estadística, y tarjetas de la marca Hypro distribuidas por Syngenta, y los soportes para la colocación de las mismas en el sector a evaluar la aplicación.

Otro factor en el cual se deben tomar recaudos son las condiciones ambientales, para lo cual se obtuvo un termómetro/anemómetro e higrómetro digital portátil de la marca Kestrel a los fines de monitorear las condiciones ambientales en las que se está trabajando al momento de la aplicación.

Casos de situación

Situación Inicial

Las primeras mediciones se efectuaron en diciembre de la campaña 2009-2010 a los fines de controlar a los equipos pulverizadores para evaluar la eficacia de los tratamientos.

Al poner las primeras tarjetas, se estaba aplicando con 80 lts de agua, pastillas abanico plano o cono hueco, dependiendo si las aplicaciones se destinaban a herbicidas o a insecticidas/fungicidas. A continuación se muestran los resultados de dos aplicaciones. El primer grupo de tarjetas (Figura N° 2 y 3) corresponde al análisis de una aplicación destinada al control de malezas en un cultivo de soja de segunda, con buena cobertura foliar, usando una aplicación tradicional de Glifosato 48% con pastillas abanico plano. El segundo grupo (Figura N° 4 y 5) es el análisis de tarjetas de una aplicación para el control de enfermedades en un cultivo de soja de primera con excelente cobertura foliar, usando Estrobirulinas mas Triazol a dosis de marbete, con pastillas cono hueco.



Figura Nº 2. Pastillas abanico plano, 2.5 Bar de presión, soja de segunda con un IAF de 3.2, aplicación de herbicidas en diciembre de 2009. Sector superior del canopeo.

T&C s.r.l. software

1 - Imágen a Procesar

Imágen -
quintana001.bmp
3600 x 1228 pixels - 76 x 25 mm

Ajuste de Posición
 Automático

Sección
5

T&C s.r.l. software

4 - Resultados

Resultados de la Muestra		Resultados Normalizados	
Diámetro Mínimo	0.10	Cantidad de Impactos por cm²	98
Diámetro Máximo	1398.41	Diámetro Mediano Volumétrico (µm)	953.45
Cantidad de Impactos	320	Impactos con Diámetro < 100 µm por cm ²	57 => 0.82 % Vol
Cantidad de Clases	18	Impactos con Diámetro < 200 µm por cm ²	85 => 3.23 % Vol
Relación de Clase	1.76	Volúmen de Agua por cm ² (µm ³)	1530938455.16
Area Efectiva Muestreada	3.27 cm ²	Volúmen de Agua por cm ² (litros)	0.000001530938
DV(0.5) (µm)	953.45	Cantidad de Gotas por Litro pulverizado	63983226
DV(0.1) (µm)	386.52	Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha)	153.09
DV(0.9) (µm)	1365.36	Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha)	80
DMH (µm)	93.32	Eficiencia (%)	191.37
Amplitud Relativa	1.03	Factor de Dispersión	10.22
		Area de Cobertura (%)	15.4

Nuevo Análisis << Anterior Siguiente >>



Figura Nº 3. Pastillas abanico plano, 2.5 Bar de presión, soja de segunda con un IAF de 3.2, aplicación de herbicidas en diciembre de 2009. Sector medio del canopeo.

T&C s.r.l. software

1 - Imágen a Procesar

Imágen -
Pastillas021.bmp
3600 x 1297 pixels - 76 x 27 mm

Ajuste de Posición
 Automático

Sección
5

Siguiente >>

4 - Resultados

Resultados de la Muestra		Resultados Normalizados	
Diámetro Mínimo	31.42	Cantidad de Impactos por cm²	16
Diámetro Máximo	675.98	Diámetro Mediano Volumétrico (µm)	644.80
Cantidad de Impactos	148	Impactos con Diámetro < 100 µm por cm ²	32 => 6.22 % Vol
Cantidad de Clases	18	Impactos con Diámetro < 200 µm por cm ²	35 => 8.49 % Vol
Relación de Clase	1.20	Volúmen de Agua por cm ² (µm ³)	79725052.36
Area Efectiva Muestreada	4.16 cm ²	Volúmen de Agua por cm ² (litros)	0.000000079725
DV(0.5) (µm)	644.80	Cantidad de Gotas por Litro pulverizado	446394992
DV(0.1) (µm)	592.81	Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha)	7.97
DV(0.9) (µm)	696.79	Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha)	80
DMH (µm)	62.63	Eficiencia (%)	9.97
Amplitud Relativa	0.16	Factor de Dispersión	3.30
		Area de Cobertura (%)	1.2



Figura Nº 4. Pastillas cono hueco, 2.5 Bar de presión, soja de primera con un IAF de 5, aplicación de fungicida en diciembre de 2009. Sector superior del canopeo.

T&C s.r.l.
software

1 - Imágen a Procesar

Imágen -
Pastillas022.bmp
3600 x 1299 pixels - 76 x 27 mm

Ajuste de Posición
 Automático

Sección

T&C s.r.l.
software

4 - Resultados

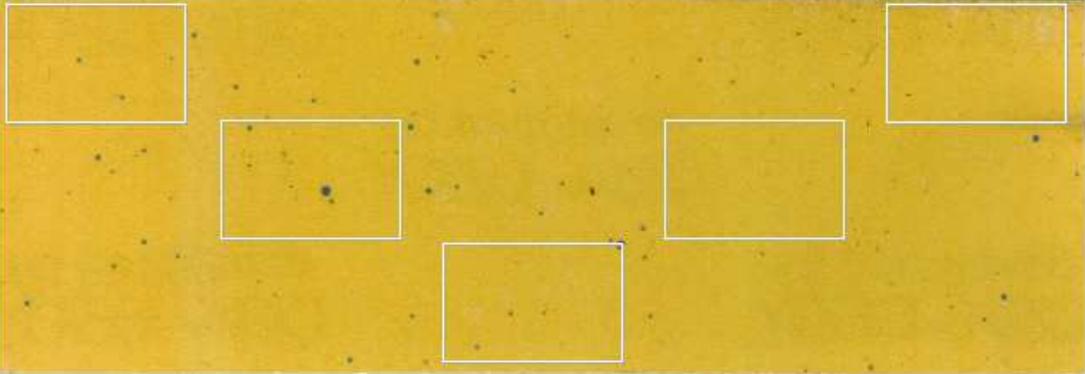
Resultados de la Muestra		Resultados Normalizados	
Diámetro Mínimo	31.42	Cantidad de Impactos por cm²	55
Diámetro Máximo	824.16	Diámetro Mediano Volumétrico (µm)	555.99
Cantidad de Impactos	224	Impactos con Diámetro < 100 µm por cm ²	24 => 0.40 % Vol
Cantidad de Clases	18	Impactos con Diámetro < 200 µm por cm ²	37 => 4.08 % Vol
Relación de Clase	1.22	Volúmen de Agua por cm ² (µm ³)	852134195.67
Area Efectiva Muestreada	4.09 cm ²	Volúmen de Agua por cm ² (litros)	0.000000852134
DV(0.5) (µm)	555.99	Cantidad de Gotas por Litro pulverizado	64296274
DV(0.1) (µm)	293.03	Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha)	85.21
DV(0.9) (µm)	791.63	Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha)	80
DMH (µm)	146.26	Eficiencia (%)	106.52
Amplitud Relativa	0.90	Factor de Dispersión	3.80
		Area de Cobertura (%)	12.7

Nuevo Análisis | << Anterior | Siguiente >>



Figura Nº 5. Pastillas cono hueco, 2.5 Bar de presión, soja de primera con un IAF de 5, aplicación de fungicida en diciembre de 2009. Sector medio del canopeo.

1 - Imágen a Procesar



Imágen -
Quintana 02-03-10009.bmp
3600 x 1268 pixels - 76 x 26 mm

Ajuste de Posición

 Automático

Sección





T & C s.r.l.
software



4 - Resultados

Resultados de la Muestra		Resultados Normalizados	
Diámetro Mínimo	31.42	Cantidad de Impactos por cm²	26
Diámetro Máximo	308.60	Diámetro Mediano Volumétrico (µm)	73.00
Cantidad de Impactos	1106	Impactos con Diámetro < 100 µm por cm ²	218 => 67.53 % Vol
Cantidad de Clases	18	Impactos con Diámetro < 200 µm por cm ²	225 => 88.88 % Vol
Relación de Clase	1.15	Volúmen de Agua por cm ² (µm ²)	28279343.89
Area Efectiva Muestreada	4.89 cm ²	Volúmen de Agua por cm ² (litros)	0.000000028279
DV(0.5) (µm)	73.00	Cantidad de Gotas por Litro pulverizado	7993245117
DV(0.1) (µm)	45.26	Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha)	2.83
DV(0.9) (µm)	286.66	Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha)	80
DMN (µm)	50.02	Eficiencia (%)	3.53
Amplitud Relativa	3.31	Factor de Dispersión	1.46
		Area de Cobertura (%)	1.8

Las conclusiones que se pueden sacar del análisis de estas tarjetas es la desuniformidad del tamaño de gotas, demostrado por el factor de dispersión (tiene que ser lo más cercano a 1), la eficiencia, y los diámetros mínimos y máximos. Otra cosa para destacar es que las gotas de tamaño grande aparecen solo en las tarjetas superiores, siendo solo las gotas más chicas las que tienen penetración en el canopeo, por lo que se puede inferir que la mayor parte de principio activo queda en la parte superior del cultivo con muy poca de penetración.



Evidentemente, la preocupación fue grande al ver que ante un ataque de, por ejemplo *Phakopsora pachyrhizi*, los controles no serían suficientes. Los blancos a los que hay que apuntar están prácticamente todos en el tercio medio de la planta, y las gotas que estamos colocando en ese sector son muy pocas, y además con un porcentaje grande de esa gota formado por agua y no por el principio activo que queremos colocar sobre la hoja. Esto explica también, las fallas en los controles de malezas en lotes en los cuales el entresurco ya está cerrado, ya que el herbicida ha quedado prácticamente en su totalidad en las hojas superiores, y las gotas chicas que penetran están diluidas en su concentración de principio activo.

Queda claro que en ese momento la falla estaba en la calidad y eficiencia en la aplicación de agroquímicos. Basándose en experiencias previas de otros profesionales, en la técnica de aplicación antes descrita y apuntando mejorar estos puntos, se llega a estar en la situación que se describe a continuación:

Situación Actual

Después de las pruebas, una vez colocadas las pastillas y regulado el equipo, se procede a evaluar su desempeño a campo. El uso de anti evaporante en todas las aplicaciones es importante para la protección de la gota que se está generando, lo cual, con altos caudales no era evidente ya que el tamaño de los impactos disfraza las ineficiencias del no uso de estos productos. Lo importante es hacer la gota del tamaño para el que se requiere de acuerdo al objetivo de la aplicación.

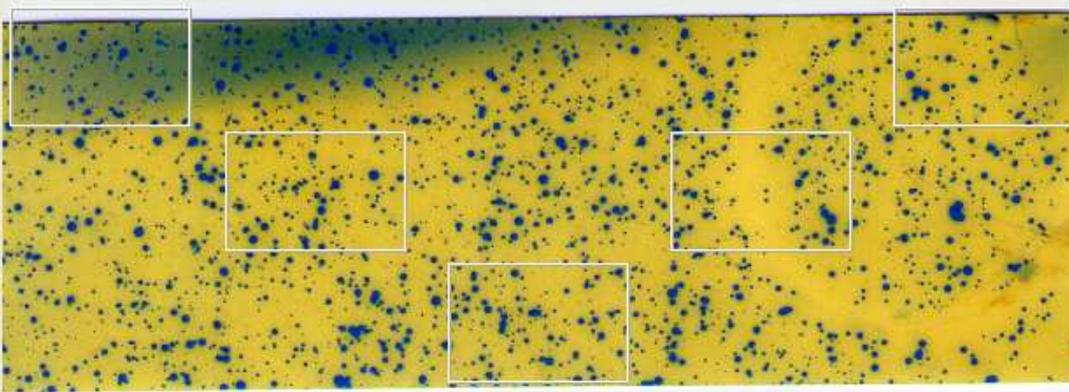
Las primeras tres figuras (Figuras N° 6, 7 y 8) se corresponden con el monitoreo de una aplicación realizada en un cultivo de soja de segunda, con excelente cobertura, usando una mezcla de Piretroides mas Estrobirulinas y Triazoles a dosis de marbete, mas los coadyuvantes correspondientes, para el control de lepidópteros y enfermedades. El segundo grupo de tarjetas (Figuras N° 9, 10, 11 y 12) es del mismo lote, con el mismo caldo de aplicación, solo que se busco lograr una mayor penetración mediante el aumento de la presión y la velocidad de aplicación. En el primer caso, la presión de trabajo fue de 4 Bares, y en el segundo caso de 5 Bares, variando la velocidad de trabajo de 22 a 24 km/h y manteniendo un volumen total de 25 lt/ha.

Los resultados son los siguientes:



Figura Nº 6. Pastillas D513, 4 Bar de presión, soja de segunda con un IAF de 4.3, aplicación de fungicida más insecticida en marzo de 2011. Sector superior del canopeo.

1 - Imágen a Procesar





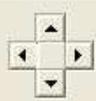
Imágen -
Quintana D513002.bmp
3600 x 1327 pixels - 76 x 28 mm

Ajuste de Posición

Automático

Sección

4








4 - Resultados



Resultados de la Muestra	Resultados Normalizados
Diámetro Mínimo <input type="text" value="34.41"/>	Cantidad de Impactos por cm² 147
Diámetro Máximo <input type="text" value="413.40"/>	Diámetro Mediano Volumétrico (µm) 217.57
Cantidad de Impactos <input type="text" value="707"/>	Impactos con Diámetro < 100 µm por cm² <input type="text" value="49"/> => 3.86 % Vol
Cantidad de Clases <input type="text" value="18"/>	Impactos con Diámetro < 200 µm por cm² <input type="text" value="125"/> => 41.60 % Vol
Relación de Clase <input type="text" value="1.16"/>	Volúmen de Agua por cm² (µm³) <input type="text" value="323602577.91"/>
Area Efectiva Muestreada <input type="text" value="4.81 cm²"/>	Volúmen de Agua por cm² (litros) <input type="text" value="0.000000323603"/>
DV(0.5) (µm) <input type="text" value="217.57"/>	Cantidad de Gotas por Litro pulverizado 454601685
DV(0.1) (µm) <input type="text" value="127.76"/>	Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha) 32.36
DV(0.9) (µm) <input type="text" value="326.38"/>	Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha) <input type="text" value="25"/>
DMN (µm) <input type="text" value="125.86"/>	Eficiencia (%) 129.44
Amplitud Relativa <input type="text" value="0.91"/>	Factor de Dispersión 1.73
	Area de Cobertura (%) 10.2



Figura Nº 7. Pastillas D513, 4 Bar de presión, soja de segunda con un IAF de 4.3, aplicación de fungicida más insecticida en marzo de 2011. Sector superior del canopeo.

1 - Imágen a Procesar

📁 🖨️ 💾

Imágen -
Quintana D513006.bmp
3600 x 1350 pixels - 76 x 28 mm

Ajuste de Posición

 Automático

Sección

T&C s.r.l.
software

4 - Resultados

Resultados de la Muestra	
Diámetro Mínimo	31.42
Diámetro Máximo	427.97
Cantidad de Impactos	374
Cantidad de Clases	18
Relación de Clase	1.17
Area Efectiva Muestreada	4.84 cm ²
DV(0.5) (µm)	249.61
DV(0.1) (µm)	157.60
DV(0.9) (µm)	399.68
DMH (µm)	153.68
Amplitud Relativa	0.97

Resultados Normalizados	
Cantidad de Impactos por cm²	77
Diámetro Mediano Volumétrico (µm)	249.61
Impactos con Diámetro < 100 µm por cm ²	25 => 2.26 % Vol
Impactos con Diámetro < 200 µm por cm ²	59 => 30.15 % Vol
Volúmen de Agua por cm ² (µm ³)	275181336.34
Volúmen de Agua por cm ² (litros)	0.000000275181
Cantidad de Gotas por Litro pulverizado	280960651
Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha)	27.52
Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha)	25
Eficiencia (%)	110.07
Factor de Dispersión	1.62
Area de Cobertura (%)	7.7

Nuevo Análisis << Anterior Siguiente >>



Figura Nº 8. Pastillas D513, 4 Bar de presión, soja de segunda con un IAF de 4.3, aplicación de fungicida más insecticida en marzo de 2011. Sector medio del canopeo.

1 - Imágen a Procesar

📁 💾 🖨

Imágen -
Quintana D513007.bmp
3600 x 1247 pixels - 76 x 26 mm

Ajuste de Posición

Automático

Sección

5

T & C s.r.l.
software

4 - Resultados

Resultados de la Muestra		Resultados Normalizados	
Diámetro Mínimo	31.42	Cantidad de Impactos por cm²	55
Diámetro Máximo	143.33	Diámetro Mediano Volumétrico (µm)	92.80
Cantidad de Impactos	288	Impactos con Diámetro < 100 µm por cm ²	47 => 58.84 % Vol
Cantidad de Clases	18	Impactos con Diámetro < 200 µm por cm ²	54 => 100.00 % Vol
Relación de Clase	1.10	Volúmen de Agua por cm ² (µm ³)	13201641.22
Area Efectiva Muestreada	5.27 cm ²	Volúmen de Agua por cm ² (litros)	0.000000013202
DV(0.5) (µm)	92.80	Cantidad de Gotas por Litro pulverizado	4137618062
DV(0.1) (µm)	58.70	Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha)	1.32
DV(0.9) (µm)	126.19	Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha)	25
DMH (µm)	65.86	Eficiencia (%)	5.28
Amplitud Relativa	0.73	Factor de Dispersión	1.41
		Area de Cobertura (%)	0.8

Nuevo Análisis << Anterior Siguiente >>



Figura Nº 9. Pastillas D513, 5 Bar de presión, soja de segunda con un IAF de 4.3, aplicación de fungicida mas insecticida en marzo de 2011. Sector superior del canopeo.

1 - Imágen a Procesar

Imágen -
Quintana D513003.bmp
3600 x 1323 pixels - 76 x 28 mm

Ajuste de Posición

Automático

Sección

5

T & C s.r.l.
software

4 - Resultados

Resultados de la Muestra		Resultados Normalizados	
Diámetro Mínimo	37.17	Cantidad de Impactos por cm²	199
Diámetro Máximo	399.18	Diámetro Mediano Volumétrico (µm)	171.70
Cantidad de Impactos	967	Impactos con Diámetro < 100 µm por cm ²	61 => 5.76 % Vol
Cantidad de Clases	18	Impactos con Diámetro < 200 µm por cm ²	187 => 66.72 % Vol
Relación de Clase	1.15	Volúmen de Agua por cm ² (µm ³)	295072127.20
Area Efectiva Muestreada	4.86 cm ²	Volúmen de Agua por cm ² (litros)	0.000000295072
DV(0.5) (µm)	171.70	Cantidad de Gotas por Litro pulverizado	673821521
DV(0.1) (µm)	108.08	Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha)	29.51
DV(0.9) (µm)	310.68	Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha)	25
DMH (µm)	116.29	Eficiencia (%)	118.03
Amplitud Relativa	1.18	Factor de Dispersión	1.48
		Area de Cobertura (%)	10.4

Nuevo Análisis << Anterior Siguiente >>



Figura Nº 10. Pastillas D513, 5 Bar de presión, soja de segunda con un IAF de 4.3, aplicación de fungicida mas insecticida en marzo de 2011. Sector superior del canopeo.

1 - Imágen a Procesar

Imágen -
Quintana D513001.bmp
3600 x 1297 pixels - 76 x 27 mm

Ajuste de Posición

Automático

Sección

3

T & C s.r.l.
software

4 - Resultados

Resultados de la Muestra	Resultados Normalizados
Diámetro Mínimo <input type="text" value="31.42"/>	Cantidad de Impactos por cm² 166
Diámetro Máximo <input type="text" value="547.25"/>	Diámetro Mediano Volumétrico (µm) 182.62
Cantidad de Impactos <input type="text" value="783"/>	Impactos con Diámetro < 100 µm por cm ² <input type="text" value="53"/> => 4.77 % Vol
Cantidad de Clases <input type="text" value="18"/>	Impactos con Diámetro < 200 µm por cm ² <input type="text" value="154"/> => 63.32 % Vol
Relación de Clase <input type="text" value="1.19"/>	Volúmen de Agua por cm ² (µm ³) <input type="text" value="284261434.38"/>
Area Efectiva Muestreada <input type="text" value="4.70 cm<sup>2</sup>"/>	Volúmen de Agua por cm ² (litros) <input type="text" value="0.000000284261"/>
DV(0.5) (µm) <input type="text" value="182.62"/>	Cantidad de Gotas por Litro pulverizado 585647288
DV(0.1) (µm) <input type="text" value="114.21"/>	Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha) 28.43
DV(0.9) (µm) <input type="text" value="294.29"/>	Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha) <input type="text" value="25"/>
DMH (µm) <input type="text" value="119.46"/>	Eficiencia (%) 113.70
Amplitud Relativa <input type="text" value="0.99"/>	Factor de Dispersión 1.53
	Area de Cobertura (%) 9.6

Nuevo Análisis
<< Anterior
Siguiente >>



Figura Nº 11. Pastillas D513, 5 Bar de presión, soja de segunda con un IAF de 4.3, aplicación de fungicida mas insecticida en marzo de 2011. Sector medio del canopeo. (Tarjeta tapada por las hojas, pero el programa toma los sectores con impactos).

1 - Imágen a Procesar

Imágen -
Quintana D513004.bmp
3600 x 1414 pixels - 76 x 29 mm

Ajuste de Posición

Automático

Sección

5

T&C s.r.l.
software

4 - Resultados

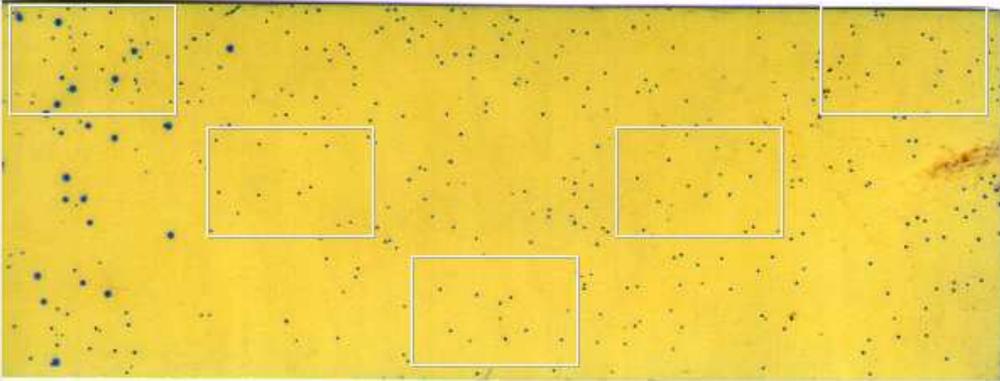
Resultados de la Muestra		Resultados Normalizados	
Diámetro Mínimo	31.42	Cantidad de Impactos por cm²	66
Diámetro Máximo	339.68	Diámetro Mediano Volumétrico (µm)	208.24
Cantidad de Impactos	336	Impactos con Diámetro < 100 µm por cm ²	52 => 9.37 % Vol
Cantidad de Clases	18	Impactos con Diámetro < 200 µm por cm ²	60 => 41.27 % Vol
Relación de Clase	1.15	Volúmen de Agua por cm ² (µm ³)	62034697.25
Area Efectiva Muestreada	5.10 cm ²	Volúmen de Agua por cm ² (litros)	0.000000062035
DV(0.5) (µm)	208.24	Cantidad de Gotas por Litro pulverizado	1061728598
DV(0.1) (µm)	106.70	Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha)	6.20
DV(0.9) (µm)	278.73	Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha)	25
DMN (µm)	59.33	Eficiencia (%)	24.81
Amplitud Relativa	0.83	Factor de Dispersión	3.51
		Area de Cobertura (%)	2.1

Nuevo Análisis
<< Anterior
Siguiente >>



Figura Nº 12. Pastillas D513, 5 Bar de presión, soja de segunda con un IAF de 4.3, aplicación de fungicida mas insecticida en marzo de 2011. Sector medio del canopeo.

1 - Imágen a Procesar



<p>Imágen - Quintana D513005.bmp 3600 x 1386 pixels - 76 x 29 mm</p>	<p>Ajuste de Posición</p> <input type="checkbox"/> Automático	<p>Sección</p> <p style="text-align: center;">1</p>	
---	--	---	---

T&C s.r.l. software

4 - Resultados

Resultados de la Muestra	Resultados Normalizados
Diámetro Mínimo <input type="text" value="34.41"/>	Cantidad de Impactos por cm² 34
Diámetro Máximo <input type="text" value="282.74"/>	Diámetro Mediano Volumétrico (µm) 139.65
Cantidad de Impactos <input type="text" value="168"/>	Impactos con Diámetro < 100 µm por cm ² <input type="text" value="14"/> => 7.52 % Vol
Cantidad de Clases <input type="text" value="18"/>	Impactos con Diámetro < 200 µm por cm ² <input type="text" value="32"/> => 64.63 % Vol
Relación de Clase <input type="text" value="1.14"/>	Volúmen de Agua por cm ² (µm ³) <input type="text" value="35435102.39"/>
Area Efectiva Muestreada <input type="text" value="4.94 cm<sup>2</sup>"/>	Volúmen de Agua por cm ² (litros) <input type="text" value="0.000000035435"/>
DV(0.5) (µm) 139.65	Cantidad de Gotas por Litro pulverizado 960674880
DV(0.1) (µm) 107.67	Volúmen de Campo Muestra (lts/Ha) 3.54
DV(0.9) (µm) 283.13	Tasa de Aplicación Teórica (lts/Ha) <input type="text" value="25"/>
DMH (µm) 110.12	Eficiencia (%) 14.17
Amplitud Relativa <input type="text" value="1.26"/>	Factor de Dispersión 1.27
	Area de Cobertura (%) 1.3

El análisis de estas tarjetas muestra que el número de gotas es superior a las tarjetas obtenidas en la situación inicial, el tamaño de gota es uniforme, ya que el factor de dispersión se acerca a 1, los riegos de deriva son mínimos, ya que hay un bajo número de impactos por debajo de los 100 micrones que son los propensos al efecto de deriva. Es visible la diferencia que hay en el grado de penetración cuando se comparan las tarjetas ubicadas en el sector medio de la situación inicial respecto a las de la situación actual.



Análisis de Deriva

Uno de los mayores temores o contras de esta técnica es el miedo al aumento de la deriva por disminuir el tamaño de los impactos, las altas velocidades de aplicación y los bajos caudales. Para evaluar esto se diseñó un ensayo que consiste en analizar el efecto de deriva poniendo tarjetas hidrosensibles a la par de la aplicación, con viento a favor, para estimar si hay o no daño a un cultivo sensible.

Para minimizar la deriva hay que evitar las gotas menores de 100 micrones, tanto en aplicaciones terrestres como aéreas y se deben realizar gotas que sean anti deriva cuando las condiciones de viento lo requieren. Se debe tener en cuenta que una gota anti deriva, es aquella que se encuentra entre 200 y 400 micrones, y su $DV_{0,1}$ es de alrededor de 200 micrones. El Diámetro Volumétrico 0,1 ($DV_{0,1}$) se define como el valor expresado en micrones de las gotas que dividen al volumen total en un 90% superior y un 10% inferior. Para este caso, el 10% inferior del volumen debe ser de 200 micrones.

Las siguientes son pruebas realizadas a campo en un lote con un cultivo de soja en estadios iniciales, lindante con maíz pisingallo, realizando una aplicación de herbicidas con Glifosato 48% más los coadyuvantes correspondientes para el control de malezas, a 3 bares de presión. Al momento de realizar el ensayo, las condiciones ambientales eran de 25°C de Temperatura, Humedad Relativa del 50% y Velocidad del Viento de 15 km/h.

La deriva se tomó a 5, 10, 15 y 20 metros del extremo del botalón, quedando el cultivo sensible a una distancia de 20 metros del extremo del botalón. La Figura N° 13 se corresponde con las tarjetas ubicadas a 5 metros de la punta del botalón, y la Figura N° 14 con las tarjetas ubicadas a 10 metros. Las mediciones obtenidas a los 15 y 20 metros se descartaron ya que al momento de ser analizadas con el software no había impactos para que el programa pudiera trabajar.



Figura Nº 13. Pastillas D513, 3 Bar de presión. Análisis de la deriva a 5 m de la punta del botalón. Noviembre de 2011.

Datos de la Aplicación	
Distancia entre Boquillas	70 cm
Velocidad de Aplicación	20 Km/h
Modelo de Pastilla Utilizada	D513
Presión de Trabajo	3 Bar
Caudal de Aplicación	0.85 lts/min
Tasa de Aplicación Teórica	24 lts/Ha

Condiciones Climaticas	
Temperatura	25 °C
Humedad Relativa	50 %
Velocidad del Viento	15 Km/h

Resultados Obtenidos				
	DV-0.1	55.46	DVM	84.99
	DV-0.5	84.99	Gotas/cm2	99
	DV-0.9	160.12	lts/Ha Muestra	1.99
	DMN	58.98	Eficiencia	8.29
	Amplitud Relativa	1.23	Dispersión	1.44
	Cobertura (%)	1.2		

Observaciones	
Un 65% de las gotas estan por debajo de los 100 micrones	

Resultados Obtenidos				
	DV-0.1	51.90	DVM	86.93
	DV-0.5	86.93	Gotas/cm2	73
	DV-0.9	144.23	lts/Ha Muestra	1.26
	DMN	55.75	Eficiencia	5.25
	Amplitud Relativa	1.06	Dispersión	1.58
	Cobertura (%)	0.8		

Observaciones	
EL 60% de las gotas esta por debajo de 100 micrones	



Figura Nº 14. Pastillas D513, 3 Bar de presión. Análisis de la deriva a 10 m de la punta del botalón.
Noviembre de 2011.

Datos de la Aplicación	
Distancia entre Boquillas	70 cm
Velocidad de Aplicación	20 Km/h
Modelo de Pastilla Utilizada	D513
Presión de Trabajo	3 Bar
Caudal de Aplicación	0.85 lts/min
Tasa de Aplicación Teórica	24 lts/Ha

Condiciones Climáticas	
Temperatura	25 °C
Humedad Relativa	50 %
Velocidad del Viento	15 Km/h

Resultados Obtenidos				
	DV-0.1	48.63	DVM	65.38
	DV-0.5	85.38	Gotas/cm2	107
	DV-0.9	141.77	lts/Ha Muestra	1.23
	DMN	54.19	Eficiencia	5.14
	Amplitud Relativa	1.46	Dispersión	1.21
	Cobertura (%)	0.9		

Observaciones	
El 80% de las gotas por debajo de 100 micrones	

Resultados Obtenidos				
	DV-0.1	50.66	DVM	75.16
	DV-0.5	75.16	Gotas/cm2	111
	DV-0.9	139.14	lts/Ha Muestra	1.67
	DMN	58.29	Eficiencia	6.96
	Amplitud Relativa	1.18	Dispersión	1.34
	Cobertura (%)	1.1		

Observaciones	
El 70% de las gotas por debajo de 100 micrones	

Lo que se observa es que si bien hay muchos impactos, su tamaño predominante es siempre menor a 100 micrones, ratificando que los impactos que tienen a generar deriva son los de este tamaño. Por otro lado también se ve que el tamaño de impactos menores a 100 micrones aumenta cuando analizamos las tarjetas más alejadas. También se debe aclarar que el volumen de caldo que llega no supera el 5% del total aplicado a los 5 m del botalón, y disminuye aun más a medida que nos vamos alejando. Para evaluar si este dato es relevante o no se analizó el efecto de la deriva monitoreando el sector del lote de maíz a los 15, 30 y 45 días sin observar síntomas.

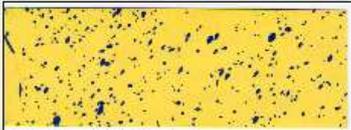


Se decidió evaluar que es lo que pasa cuando se aplica bajando la presión para hacer gotas anti deriva en la franja lindante al cultivo sensible. Esta práctica permite que el aplicador haga el sector de riesgo a baja presión, con tamaños de gota grande, sin tener que hacer grandes cambios en el equipo aplicador. En la Figura N° 15 se muestra una tarjeta hecha a baja presión, con un DV_{0,1} mayor a 200 micrones, y no se pudieron registrar impactos en la tarjeta puesta al metro del botalón.

Figura N° 15. Pastillas D513, 1,5 Bar de presión. Análisis de la deriva. Soja de Primera con un IAF de 1,8. Noviembre de 2011.

Datos de la Aplicación	
Distancia entre Boquillas	70 cm
Velocidad de Aplicación	18 Km/h
Modelo de Pastilla Utilizada	D513
Presión de Trabajo	1.5 Bar
Caudal de Aplicación	0.85 lts/min
Tasa de Aplicación Teórica	23 lts/Ha

Condiciones Climáticas	
Temperatura	25 °C
Humedad Relativa	50 %
Velocidad del Viento	15 Km/h

Resultados Obtenidos				
	DV-0.1	215.23	DVM	311.24
	DV-0.5	311.24	Gotas/cm2	32
	DV-0.9	528.09	lts/Ha Muestra	28.28
	DMN	213.25	Eficiencia	122.95
	Amplitud Relativa	1.01	Dispersión	1.46
	Cobertura (%)	6.4		

Resultados y Discusión

En base a las mediciones obtenidas anteriormente, se establece que con la técnica de aplicación desarrollada se pueden realizar aplicaciones eficientes, con bajos caudales, y con tamaños de gotas uniformes variando entre 200 y 400 micrones de acuerdo al objetivo de aplicación a controlar, y sin grandes riesgos de afectar al cultivo adyacente por efecto de deriva.

Se puede plantear el estudio de las propiedades coligativas del agua, es decir, como se modifica la presión de vapor y el punto de ebullición con la disminución o aumento de la concentración de solutos y la aparición de fuerzas atractivas entre las moléculas; si por ejemplo a un volumen de agua se le agrega sal, aumenta el punto de ebullición y disminuye la presión de vapor. Lo mismo pasa cuando al agua se le agrega un producto químico que en su composición tenga solutos que tiendan a modificar estas características y por lo tanto disminuyendo la evaporación del caldo. La adición de un soluto no volátil disminuye la presión de vapor y aumenta el punto de ebullición, por



lo que se podría plantear la hipótesis de que el uso de bajos caudales estaría favoreciendo a una menor evaporación debido a la modificación de las propiedades físicas antes nombradas por un aumento de la concentración de solutos.

Tampoco está desarrollado como reaccionan los productos en las concentraciones usadas en aplicaciones con bajos caudales, ya que podría haber efectos antagónicos en las mezclas o en el cultivo (fitotoxicidad, reacciones no deseadas en el tanque de la pulverizadora, etc.), generando cierta incertidumbre a la hora de llevar adelante la técnica. Lo que se hace a nivel de producción son pruebas de compatibilidad de los productos para descartar estas reacciones no deseadas, pero debería haber análisis de laboratorio más específicos que puedan indicarle al productor que no hay riesgos al trabajar con esta tecnología de aplicación, adecuando el testeado de los productos a esta nueva realidad.

Conclusiones

Después de las pruebas realizadas se determinó que la técnica, bajo las circunstancias en las que se trabajó es totalmente viable. Se aumentó el número de impactos que llegaron al blanco objetivo, mejorando así la calidad en la aplicación y en el posterior control.

Como pautas para regular los equipos aplicadores se debe dejar de pensar en aplicar volumen por superficie, para comenzar a pensar en cuantos impactos, de que tamaño y que distribución son necesarios para el control.

La estrategia de aplicación las podemos manejar de acuerdo a la complejidad de penetración y la presencia o no de viento. Este último se tiene que usar como aliado, cuando tenemos brisas muy suaves o nulas, hay que darle más altura al botalón, alrededor de 1 metro, para favorecer el recorrido de las gotas; y cuando el viento es de 12 – 15 km/h no elevarlo por encima de 70 centímetros para no predisponer el asperjado al efecto de deriva.

Tomando el grado de cobertura, por ejemplo en el cultivo de soja, y en cuanto a presión y tamaño de impactos, en términos generales la estrategia sería la siguiente:

- ✓ IAF > 3,5: de 4 a 5 kg de presión, para lograr gotas de entre 180 y 220 micrones.
- ✓ IAF de 2,5 a 3,5: de 3 a 3,5 Kg de presión, para obtener impactos entre 220 y 250 micrones.
- ✓ Barbechos y cultivos en estadios iniciales: No se requiere penetración por lo que se puede manejar con presiones de 3 kg con impactos de 250 micrones.
- ✓ Aplicaciones con cultivos sensibles a la par: se debe realizar la franja con peligro de deriva con 1 a 1.5 kg de presión generando gotas de 300 a 400 micrones, aplicando con el viento a favor del sentido de avance de la máquina para que las fuerzas de velocidad y viento se contrarresten. De esta forma se reducen a cero los efectos de deriva.

Por último, se mejoran cualidades operativas, autonomía de los equipos de apoyo, personal, y de seguridad para el operario por el menor manipuleo de bidones, el peso del equipo en el lote y



contaminación por gases de efecto invernadero, y el hecho de que por hacer aplicaciones de calidad se reduce el número de fallas y por consecuencia el número de aplicaciones al no tener que repetir tratamientos, lo que da como resultado un menor impacto ambiental y un menor costo.

Como comentario final, hoy en día se llevan realizadas más de 60.000 ha con este método y sin que se evidencien problemas de fallas en el control o deriva en los lotes. Se hacen aplicaciones de todos los productos fitosanitarios con el mismo método. A modo de ejemplo se pueden nombrar:

Herbicidas Pre y Post emergentes en Trigo, Maíz y Soja (Glifosato, Atrazina, Metolaclo, Metazulfuron, Clorimuron, etc.); Insecticidas en Trigo, Maíz y Soja (Cipermetrina, Alfametrina, Bifentrin, Clorpirifos, Dimetoato, etc); Fungicidas Trigo, Maíz y Soja (mezclas de Estrobirulinas mas Triazol o por separados, en mezclas con Fosfitos de Zinc); e incluso mezclas entre productos de cada segmento, sin haber problemas ya sea en las mezclas o en la cañería de los equipos, siempre y cuando haya un buen pre mezclado de los productos.

Como resumen se puede establecer que:

	Antes	Hoy
<i>Tamaño de gota</i>	Desparejo (40 a 1500 micrones)	Uniforme (200 a 400 micrones)
<i>Objetivo de aplicación</i>	Determinado por la pastilla (Abanico para malezas, cono para insecticidas y fungicidas) y el volumen.	Determinado por el tamaño de gota
<i>Compactación</i>	Mayor	Menor
<i>Concentración del Principio activo</i>	Menor	Mayor
<i>Desgaste del equipo y tanque de apoyo</i>	Mayor	Menor
<i>Garantía del trabajo</i>	Se desconoce	60.000 ha sin fallas
<i>Producción de gases efecto invernadero</i>	Mayor	Menor
<i>Impacto Ambiental</i>	Mayor	Menor



Bibliografía

Curso 2007 de Terapéutica Vegetal – Apuntes de Cursada – Cátedra de Terapéutica Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

Revista Agro Mensajes – Edición N° 19 – 08/2006 – Publicación Cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

Planeta Soja - www.planetasoja.com - Consultoría a cargo de Esteban Frola.

VI Encuentro Nacional de Monitoreo y Control – 16 de Julio de 2010, Córdoba.

Primer Taller de Protección Vegetal - Manejo de enfermedades y calidad de aplicación de fungicidas – 17 de Julio de 2010, Córdoba.

Escuela de Bajo Volumen – 1 y 2 de Junio de 2011, Venado Tuerto.