

Formulación de plaguicidas y mezclas de tanque

Ing. Agr. Pedro Daniel LEIVA – Especialista en Protección Vegetal



Los plaguicidas están constituidos por el principio activo más los coadyuvantes que determinan la formulación de uso comercial. Las formulaciones más comunes pueden ser líquidas o sólidas. La atenta lectura de la parte central de la etiqueta de los envases, debajo del nombre comercial del producto, describe la formulación (e.g. para EcoRizospray concentrado soluble, CS; Glifosato, concentrado soluble, CS; Lorsban 48 concentrado emulsionable, CE).

Las distintas formulaciones requieren diferente manejo y necesidad de agitado dentro del caldo de aspersión, como así también una compatibilidad diferencial cuando participan en mezcla con otros plaguicidas. Los plaguicidas están diseñados para diluirse en agua y pulverizarse solos. Las mezclas se utilizan mayormente con herbicidas para control de malezas de barbecho, e insecticidas con funguicidas en el cultivo de soja. La resistencia de malezas, como consecuencia del monocultivo de soja y el uso continuado de glifosato sobre cultivares RR, determina la necesidad del uso de otros herbicidas complementarios.

Otra consideración de importancia es el tipo de pulverización, terrestre o aérea. El avión trabaja 10 veces más concentrado que los terrestres (e.g. 100 lt/ha en TT equivalen a 10 lt/ha con avión), pulveriza estimativamente el 20% de la superficie tratada y el 85% de esa superficie la dedica a los cultivos de soja, trigo y maíz. Para el cultivo de soja el avión distribuye su trabajo realizando el 65% del área con insecticidas, el 25% con funguicidas y sólo el 10% con herbicidas.

Podemos estimar que la mayoría de los problemas de compatibilidad de mezclas se dan con avión por un problema de concentración de dosis; con herbicidas la mayoría de los problemas ocurren en tratamientos terrestres, y para mezclas de insecticidas con funguicidas mayoritariamente ocurren con avión.

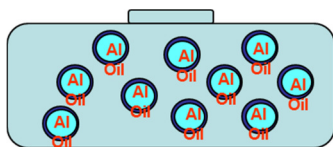
Terminología

Una *solución*, o concentrado soluble, es una sustancia líquida o sólida que forma una sola fase con el agua. Como ejemplo tenemos la sal o el azúcar diluidos en agua; no existen superficies de separación entre ellos y el agua, por el contrario se trata de un sistema homogéneo (con las mismas propiedades físicas y

usualmente transparente

químicas en toda la masa). Por lo común los concentrados solubles son transparentes, y una vez disueltos en agua conservan dicha propiedad. Como ejemplo agronómico tenemos el glifosato y los tensioactivos; una vez disueltos en agua no requieren agitación.

Una *emulsión* es un líquido suspendido en otro líquido. Como ejemplo tenemos la

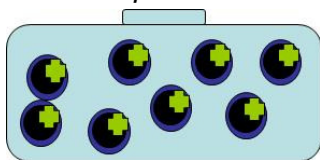


leche, constituida por el suero (fase continua) y la crema (fase discontinua). Se trata de un sistema heterogéneo,

constituido por dos fases, separadas una de otras por superficies de discontinuidad. Cada fase tiene iguales propiedades físicas y químicas. Las emulsiones pueden espontáneamente separarse en fases, es un proceso por el cual de un sistema heterogéneo se separan los diversos sistema homogéneos o fases que lo componen. La coalescencia es el fenómeno en el que dos fases de composición esencialmente idéntica entran en contacto para formar una unidad de mayor tamaño; la fase discontinua, por su menor densidad, flota sobre la fase continua. Esta propiedad, indica la necesidad de agitación para evitar que se produzca dicha separación.

Por lo común tienen color ámbar, y una vez disueltas en agua toman un color blanquecino como la leche; desprenden el olor al solvente orgánico (fase continua). Como ejemplo agronómico tenemos los insecticidas emulsionables (CE), e.g. clorpirifós.

Una *suspensión* contiene partículas sólidas suspendidas en un líquido. Como



ejemplo tenemos la tinta china (negro de humo y agua). La fase sólida no coalesce, pero decanta por su mayor densidad. La necesidad de agitación es mayor que la requerida para emulsiones; tanto para homogeneizar la

suspensión dentro del envase (agitado manual previo a la carga), como para mantener su estabilidad una vez disuelta la formulación en agua (agitación por retorno). Por lo común se trata de una pasta semilíquida de color blanco e inodora, que conserva dicho color una vez diluida en agua.

Como ejemplos tenemos a los fungicidas mezcla de estrobirulina y triazol (e.g. OPERA de Basf, The Chemical Company, Pyraclostrobin + Epoxico; AMISTAR EXTRA de Syngenta Agro S.A., Azoxistrobina + Cyproconazole; SPHERE de Bayer CropScience, Trifloxistrobin + Cyproconazole). Otro ejemplo importante dentro de los herbicidas es la atrazina floable.

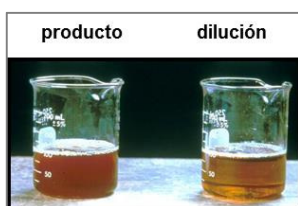
Cada formulación tiene su requerimiento de manejo para utilizarse sola; y si consideramos las mezclas de tanque, con sus innumerables posibilidades de

combinación, necesariamente tenemos que recurrir a la prueba de compatibilidad en pequeña escala y ensayar todos los cambios de orden para la incorporación de los plaguicidas al tanque (permutaciones). Otros niveles de complejidad lo aportan el volumen de pulverización, la calidad del agua y temperatura ambiente.

A continuación se describen las formulaciones de mayor importancia y sus principales características.

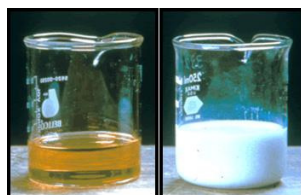
Principio activo líquido a-solubles en agua

Estos forman una fase continua y la formulación se denomina *líquido soluble* (LS=CS). Esta formulación sólo requiere agitación para diluir la solución, que se aclara respecto del formulado producto de una mayor cantidad de agua. El glifosato (formulación líquida) es una solución, como ejemplo la sal isopropilamina del ácido N-fosfonometil glicina líquido al 48%. Para el partido de Pergamino (BA), de los 3 millones de litros/kilos de plaguicidas que se usan por año, el 89% son herbicidas, y de éstos el 91% corresponde a glifosato.

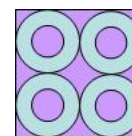
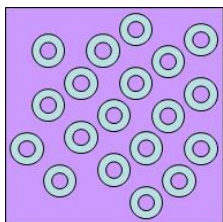


b-solubles en solventes orgánicos o aceite

La formulación consta de dos fases, y se denomina *concentrado emulsionable* (CE). El color es ambarino y tiene el olor del solvente; una vez en contacto con el agua la emulsión toma color lechoso. La emulsión se forma en el **primer contacto con el agua**, y ello determina el tamaño de la fase discontinua.



Si se realiza una pre dilución (pequeña cantidad de agua), la fase discontinua es de mayor tamaño y con pocas partículas (imagen derecha), si en cambio se disuelve en mucha agua, la fase discontinua es de pequeño tamaño y muy numerosa (imagen izquierda).

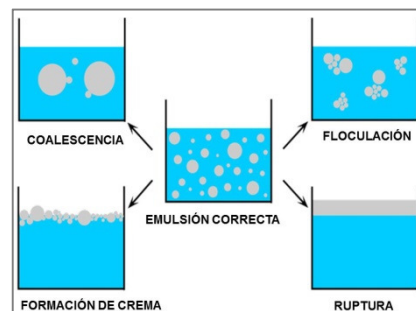


Sin dudas, la conveniencia de formar una emulsión estable se logra con la segunda opción de trabajo, que además de asegurar mayor estabilidad incrementa la cobertura, factor de mucha importancia en el uso de insecticidas piretroides que requieren una acción de contacto. Una vez impactado sobre la hoja, el solvente se evapora y el plaguicida se concentra en la fase discontinua. La industria ha evolucionado en este aspecto y ofrece micro emulsiones, de mucha estabilidad por estar constituidas por gotas pequeñas y todas de igual tamaño. No obstante, cabe aclarar que el ámbito de recomendación de una micro emulsión no incluye tratamientos de isocas cortadoras donde se

utilizan básicamente piretroides (insecticidas de contacto). Dado que las cortadoras se refugian en el rastrojo (el 78% de la superficie agrícola de Argentina se realiza en siembra directa), una micro emulsión sería mucho más retenida que una formulación micro encapsulada de lenta liberación (e.g. gamacyalotrina, nc Fighter Plus, banda azul).



Los distintos grados de manifestación de problemas con las emulsiones quedan ilustrados en el gráfico adjunto, donde en la parte central se ilustra la correcta formación de la misma (si todos los glóbulos fueran de menor tamaño e iguales sería una micro emulsión). El cálculo, diseño y dimensionamiento del sistema de agitación contribuye significativamente a reducir estos inconvenientes (tomado de la página web de Rizobacter Argentina S.A.)



Principio activo sólido

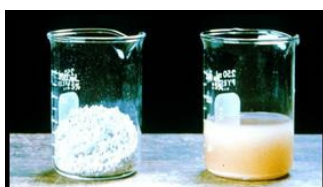
1-Insoluble en agua y solventes orgánicos

Cuando el principio activo tiene problemas para disolverse, el recurso para poder formularlo es formar una *suspensión*, incorporando el activo sobre un polvo fino mezclado con un líquido y otros productos inertes. Tal el caso de la pintura, que tiende a dejar un precipitado en el fondo del envase. Si no es convenientemente revuelta pierde poder cubritivo. Como ya se señaló al describir las suspensiones, esta formulación tiene una consistencia de pasta semilíquida de color blanco, que conserva luego de ser diluida. Se la denomina floable (FL).



Como ejemplo tenemos la atrazina 50 FL. La agitación previa del envase resulta fundamental para asegura que el principio activo se incorpore al tanque en su totalidad.

2-insoluble en agua



El principio activo forma una suspensión y se lo denomina *polvo mojable* (PM=WP). Se recomienda en este caso pre mezclarlo con agua para evitar grumos. Una vez vertido en el tanque del pulverizador requiere un intenso y

constante agitado. Una vez aplicado, se evapora el agua y queda un polvo sobre la superficie de la hoja. Como ejemplo de este tipo de formulación citamos carbaryl (insecticida carbámico), Confidor (imidacloprid + cyflutrin), Dimilín (diflubenzurón), metsulfurón metil, Supracid 40 (metidation), entre otros.

3-soluble en agua

Los polvos solubles (PS) forman soluciones verdaderas. Se disuelven fácilmente en agua y luego no requieren agitación. Su comportamiento es similar a los líquidos solubles, y su ventaja respecto a éstos es una mayor concentración del principio activo (y por ende ocupa menos espacio), permiten reducir los costos por hectárea y el envase residual resulta sencillo de eliminar (papel y cartón en reducido volumen), comparado al bidón plástico de la formulación líquida. Un ejemplo comercial de este tipo de formulación sólida es la sal mono amónica de N-fosfonometil glicina al 74.7%, acondicionado como gránulos solubles (GS), cuyo nombre comercial es Round Up Ultra Max (para uso en post emergencia del cultivo y malezas).

Comparación de algunas formulaciones

El cuadro adjunto detalla algunos aspectos importantes, básicamente en lo

Comparación de Algunas Formulaciones Pesticidas						
Formulación	Problemas de mezcla	Fito toxicidad	Efecto en el equipo de aplicación	Agitación requerida	Residuo visible	Compatibilidad con otras formulaciones.
Polvo mojable	inhalación de polvo	no	abrasivo	sí	sí	altamente
Fluible seco/gránulos de dispersión por agua	mínimo	no	abrasivo	sí	sí	buena
Polvos solubles	inhalación de polvos	poco probable	no-abrasivo	no	un poco	regular
Concentrados emulsionables	derrames y salpicaduras	posible	afecta partes de goma y la bomba	sí	no	regular
Fluables	derrames y salpicaduras	posible	afecta partes de goma y la bomba	sí	sí	regular
Soluciones	derrames y salpicaduras	no	no-abrasivo	no	no	regular
Polvos	Severos peligros por inhalación	no	—	sí	sí	—
Gránulos y pellets	mínimo	no	—	no	no	—
Formulaciones micro-encapsuladas	derrames y salpicaduras	no	—	sí	—	regular

referido a la necesidad de agitación, probable fitotoxicidad y problemas de mezcla y compatibilidad con otras formulaciones. Destaca también los efectos sobre el equipo de aplicación. Indica que los polvos solubles, soluciones y gránulos solubles no requieren agitación.

Orden de mezclado de plaguicidas

ORDEN DE MEZCLADO
Consideraciones generales

- **Nunca** mezclar productos puros entre sí
— sólo CE en aceite, y muy lentamente, e.g. BVO
- **Nunca** premezclar un CE
- **Nunca** mezclar microencapsulados con gasoil, aceite o CE (disuelven la microcápsula)
- **Siempre** premezclar los PM
- **Siempre** agitar antes de usar los FL
- **Siempre** prepare la mezcla lo más próximo posible a su utilización (destrucción por hidrólisis)
- **Es más importante** respetar el orden de mezclado cuando se trabaja con poca dilución (aplicación aérea)

El cuadro sintetiza los conceptos básicos aquí desarrollados en relación al manejo de las distintas formulaciones. Sólo corresponde aclarar que los insecticidas piretroides micro encapsulados forman suspensiones y su propósito es el de brindar una lenta liberación del principio activo para ofrecer una mayor residualidad de efectos, al igual que algunos

antibióticos utilizados en medicina humana. Aunque no compartimos la recomendación de hacer pulverizaciones aéreas con gasoil, dicho vehículo no debe usarse con micro encapsulados porque se disuelve la micro cápsula y se pierde el efecto de lenta liberación.

Por otra parte, dado que tanto el aceite como muchos insecticidas vienen formulados como CE, ambos son compatibles entre sí. Esta circunstancia permite usar la técnica del “bajo volumen oleoso” (BVO), que consiste en agregar el insecticida al aceite revolviendo bien, y luego esta mezcla al agua. La pulverización se realiza con aviones equipados con atomizadores rotativos.

Referencia: *Vilela de M. Monteiro, M.* 2004. Manual de operações para aplicações aéreas em BVO (Baixo volume oleoso). CBB, Centro Brasileiro de Bioaeronática. Sorocaba-San Paulo, Brasil. 29p. <http://bioaeronautica.com.br/noticias/bvo-expande-america-latina.php>
<http://bioaeronautica.com.br/noticias/cbb-desenvolve-bvo-extendido.php>

En publicaciones previas ya detallamos la sugerencia del orden de mezclado para las formulaciones habitualmente empleadas en Argentina, y la metodología para practicar una prueba de compatibilidad. **Referencia:** *Leiva, P.D.* 2011. Mezcla de tanque y prueba de compatibilidad. Grupo Protección Vegetal - INTA, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino (BA). 2 pg:il. http://www.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/Microsoft%20Word%20-%20Mezclas%20de%20tanque%20y%20prueba%20de%20compatibilidad.pdf?op=d&ticket_id=5149&evento_id=10571

El lector interesado en la mezcla de herbicidas más frecuentemente utilizados para control de malezas en barbecho químico, podrá consultar información en el link que figura al final del párrafo. Se ensayaron 72 combinaciones (pg 9 del informe) para tres herbicidas: glifosato (tres formulaciones), 2,4-D (amina y éster) y atrazina (floable y granulada). Un cuadro de recomendación de orden de mezclado se detalla en la página N° 9 del informe. **Referencia:** *Leiva, P.D. & Picapietra, P.* 2012. Compatibilidad para mezclas de tanque de tres herbicidas utilizados en barbecho químico. Grupo Protección Vegetal - INTA, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino (BA). 11 pg:il <http://www.pregonagropecuario.com.ar/cat.php?txt=3780>
<http://inta.gob.ar/documentos/compatibilidad-para-mezclas-de-tanque-de-tres-herbicidas-utilizados-en-barbecho-quimico/>

Condiciones predisponentes de incompatibilidad

**Condiciones predisponentes**

- ✓ Bajo volumen de agua (mayor concentración)
- ✓ Aguas duras (afectan el emulsionante)
- ✓ Baja temperatura (baja velocidad de reacción)
- ✓ Orden de mezclado (prueba de compatibilidad)
- ✓ Muy rápido vertido del plaguicida (poco tiempo para disolverse)
- ✓ No esperar a que se disuelva uno, antes de agregar el otro plaguicida
- ✓ Pobre agitación (poco retorno o mal ubicado)

El cuadro sintetiza los 7 aspectos que predisponen al corte de mezclas de tanque. Es conveniente tener en cuenta que el agua como disolvente va perdiendo esa capacidad en la medida que vamos añadiendo plaguicidas, y además, que dicha capacidad se reduce en la medida que bajemos el volumen de pulverización. Ello explica la mayor frecuencia

de problemas en tratamientos herbicida con bajo volumen. Otra condición del agua que afecta la disolución de plaguicidas es la salinidad, factor que de por sí quita capacidad solvente al agua. Este efecto se evidencia, por ejemplo, cuando tomamos café en pocillo chico, donde observamos un sedimento azucarado como consecuencia del bajo volumen del recipiente (y por supuesto, del exceso de azúcar añadido!). Algunos de los herbicidas de barbecho formulados como sales son: glifosato, 2,4-D y gramoxone. Una forma de contrarrestar la sobresaturación del agua salina, es incrementar el volumen de aplicación, por la dilución que implica al mantener constante la dosis del plaguicida.

Por otro lado, muchos tratamientos se realizan con baja temperatura (control temprano de malezas en barbecho), factor que incide en el poder disolvente del agua y reduce la velocidad de reacción físico química.

Las aguas duras neutralizan parcialmente la acción del emulsionante que contiene la formulación, efecto que se observa comúnmente con el jabón que no hace espuma. Dado que el emulsionante también actúa como agente compatibilizante, el uso previo de secuestrante para corregir el agua muchas veces mejora el caldo de aspersión. Referencia: Leiva, P. D. 2013. Ámbito de recomendación de aditivos o coadyuvantes en pulverizaciones agrícolas. Grupo Protección Vegetal - INTA, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino (BA). 11 pg.:il

(http://www.pregonagropecuario.com.ar/cat.php?txt=4764&utm_source=dlvr.it&utm_medium=facebook)

La **prueba de compatibilidad** en pequeña escala es la mejor alternativa para



decidir el orden de mezclado de diferentes plaguicidas, dado que existen muchas formulaciones de distintas marcas comerciales para un mismo principio activo, no están probadas todas las alternativas para los más de 250 principios activos registrados, y no siempre se conoce la calidad del agua y la eficiencia de funcionamiento del sistema de agitación del pulverizador.

Debemos considerar la operatoria de carga como un factor que aporta al agravamiento de los problemas de las mezclas, ya que hemos observado que muchas veces mezclan en el recipiente de carga dos o más productos puros, o no se demoran en esperar la completa disolución de uno antes de incorporar el siguiente.

Por último, las formulaciones emulsionables y suspensiones de por si requieren de un buen sistema de agitación, y normalmente los equipos dependen de un sistema hidráulico de retorno para ejercer dicha función y que no siempre está bien diseñado y dimensionado. Por otro lado, las mezclas de distintas formulaciones, con distintos requerimientos enfatizan la necesidad de aportar mecánicamente a la homogenización del caldo de aspersión.

Diseño y dimensionamiento del sistema de agitación

La prueba de compatibilidad es un procedimiento muy exigente, ya que se basa en el comportamiento de mezclas en condiciones de 30 minutos de reposo.

Poca agitación en el tanque.....

- ❖no alcanza el caudal total de la bomba
- ❖necesito colocar un agitador, o varios
- ❖rediseñar la llegada de los retornos
- ❖inspeccionar válvula de regulación del retorno, puede fallar o estar trabada



Los principales problemas por falta de agitación están resumidos en el cuadro. Cuanto más grande el tanque, mayor necesidad de incorporar rompeolas para reducir el efecto de oscilación o balanceo del equipo con el tanque lleno. Los retornos deben ubicarse en el fondo del tanque y dentro de cada compartimento en los que se divide debe ubicarse una línea de retorno.

Para una mayor eficiencia de agitado del caudal de retorno, resulta conveniente instalar un sistema Venturi a la salida de cada manguera, con el objetivo de proyectar un flujo acelerado que imprima un movimiento extendido al caldo de aspersión. Para el caso de plaguicidas formulados como suspensiones, un molinillo hidráulico ubicado en el fondo de la cuba de aspiración contribuye a mantener en suspensión partículas que usualmente tapan los filtros y pastillas.

Elementos para agitación y limpieza



- Agitador mecánico de fondo de tanque (cuba de aspiración)
- Agitador hidráulico venturi
- Lavador de tanque, paredes y techo
- amonio customario

La incorporación de un aspersor hidráulico giratorio en la parte superior contribuye al lavado de las paredes y techo del tanque. Por último, la combinación de estos elementos con un limpiador desincrustante contribuye a mantener el circuito hidráulico y bomba libre de obstrucciones. Para mayores detalles, consultar:

(<http://www.pregonagropecuario.com.ar/cat.php?txt=4764>)

El caudal de retorno se calcula en base a parámetros dependientes del tipo de formulación y volumen de tanque. Tanto para equipos de arrastre como automotrices, el tanque promedio tiene un volumen de 3000 lt. Para formulaciones líquidas (CE) el caudal de retorno se estima en 5% ($0.05 \times 3000 = 150 \text{ lt/min.}$) y 12.5% para suspensiones (PM y FL), 375 lt/min.

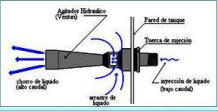
Caudal de la bomba para agitación

A. Líquidos= 5% (respecto volumen del tanque, e.g. 3000 lt)
 B. Polvos mojables= 12.5%

- Caudal requerido por el botalón: 02 a 3bar
 $60 \text{ lt/ha} \times 22 \text{ km/h} \times 27 \text{ m} / 600 = 59.4 \text{ lt/min.}$
- Caudal restante= 20% incremento sobre la suma de los anteriores (desgaste)

A. Para la agitación= 150 lt/min. (5%)
 Restante= 41.8 lt/min.
x 4
CAUDAL BOMBA= 251 lt/min.

B. Para la agitación= 375 lt/min. (12.5%)
 Restante= 86.0 lt/min.
x 8
CAUDAL BOMBA= 520 lt/min.




Para un volumen de pulverización de 60 lt/ha, un botalón de 27 m y una velocidad de avance de 22 km/h, el caudal en botalón debe ser 59.4 lt/min. Para formulaciones líquidas necesitamos 150 lt/min. adicionales, que totalizan 209.4 lt/min. Como margen de seguridad por desgaste y pérdida de carga suplementamos dicho parcial un 20%, totalizando un caudal efectivo de la bomba de 251 lt/min. Este valor

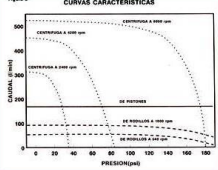
representa 4 veces el caudal del botalón. El mismo cálculo para una suspensión indica que el caudal se multiplica por 8, alcanzando un valor de 520 lt/min. La ilustración muestra también la instalación y dinámica de un removedor Venturi.

Resulta conveniente analizar el desempeño de las bombas. Habitualmente se utilizan de dos tipos, centrífugas y de pistones. El gráfico ilustra las curvas características de ambos tipo de bombas. Las primeras son de alto caudal y baja presión, mientras que las de pistones de bajo caudal y alta presión. El caudal de las bombas centrífugas es dependiente de la velocidad de rotación del impulsor. Para un caudal de 250 lt/min. debe girar a 2400 rpm, mientras que para 540 lt/min. la velocidad de rotación se debe incrementar a 6000 rpm. El movimiento de rotación se lo imprime un motor hidráulico. Las bombas de pistones tienen un caudal máximo de 150 lt/min. y ésta depende de la capacidad del cilindro.

Ubicación del problema

- Las bombas de los pulverizadores son...
 - automotrices= centrífuga (alto Q, baja P)
 - de arrastre= pistones (bajo Q, alta P)
- máximo Q= 150 lt/min.





Los pulverizadores automotrices están equipados con bombas centrífugas, mientras que los de arrastre con bombas de pistón. Circunstancia que se correlaciona con una significativa mayor frecuencia de problemas de estabilidad de mezclas de tanque en los equipos de arrastre. La velocidad de rotación en equipos de arrastre está provista por la toma de fuerza del tractor (540 rpm); para

poder instalar bombas centrífugas se necesita incorporar una caja multiplicadora a la toma de fuerza.

Cuantificación del problema

Analizaremos el problema en términos económicos para un episodio aislado, ocurrido con un avión grande pulverizando funguicidas en soja; luego le daremos proyección nacional para los 30.000 equipos terrestres que estimativamente componen el parque nacional.



Análisis económico de una incompatibilidad



- Un avión que carga 1700 lt, pulverizando 10 lt/ha
- Funguicida de u\$s 52/lt, dosis 0.300 lt/ha
- Costo por hectárea
 - producto a dosis de control= u\$s 15.6/ha
- Valor perdido**
 - 170 ha x u\$s 15.6/ ha= **u\$s 2.652**
 - u\$s 2652 x \$ 4.20/ u\$s= **\$ 11.138**





x 0.2=





En base a estimaciones con avión, la pérdida total de la carga equivale a un valor económico de u\$s 2652. En función de la capacidad de trabajo del avión (170 ha), un equipo terrestre asperjando 100 lt/ha tiene una capacidad de trabajo 5 veces menor (30 ha). Resulta razonable calcular la pérdida para equipos terrestres en u\$s 530. La llave que permite reducir significativamente las pérdidas es

dedicarle 30 minutos a realizar una prueba de compatibilidad. Queda claro entonces que, para trabajos aéreos la probabilidad es mayor por mayor concentración del caldo, y 5 veces más costoso por mayor capacidad de trabajo.

La proyección nacional del problema para equipos terrestres, permite estimar una pérdida anual de 138 millones de dólares. Sobre la base de un 2.5% de probabilidad de ocurrencia de incompatibilidades para las 10 millones cargas de tanque. Según estimaciones de superficie tratada con cada sistema de pulverización, los equipos aéreos pulverizan sólo el 20% del área agrícola (FEARCA, 2013). A esta pérdida debemos sumarle la contaminación ambiental evitable (residuos tóxicos muy concentrados), las pérdidas de tiempo para lavar los equipos y disponer los residuos, más la pérdida de rinde por demoras en los tratamientos fitosanitarios. Todos los costos estimados le dan una magnitud muy significativa al problema de la incompatibilidad de mezclas. Desde el INTA propiciamos un correcto manejo de los fitosanitarios, no su eliminación.



Proyección Nacional



- 30.000 equipos terrestres, 66% arrastre y 34% automotriz
- Arrastre= 8000 ha/ año y automotriz= 15.000 ha/ año
- La autonomía promedio es 30 ha
- Incompatibilidad estimada en 2.5%
 - 3:1, TA:TT
- Cantidad de cargas**
 - por equipo= 10.380 ha / 30 ha-carga= 346
 - total= 346 recargas x 30.000 equipos= 10.4 M
- Valor económico perdido**
 - 10.4 M x 0.025= 259.500
 - 259.500 recargas/año x u\$s 530= **u\$s 138 M**
 - **más la contaminación ambiental por residuos tóxicos !**



Consideraciones finales

Es legal hacer mezclas de tanque aunque no estén permitidas, tácita o explícitamente, en el marbete. El fabricante garantiza su producto aplicado sólo, o para las mezclas detalladas en el marbete. El fabricante sólo detalla en el marbete las incompatibilidades conocidas.

Es probable que dos productos sean antagónicos sin mostrar incompatibilidad (físicoquímicamente no se observa nada, los efectos biológicos se evidencian luego de la aplicación). Como ejemplo podemos citar la inactividad de uno de los productos (no es eficaz), baja la eficiencia (el plaguicida funciona, pero controla menos), se observa fitotoxicidad (daños al cultivo). Mezclando glifosato con desecante, se daña la epidermis de la maleza y el herbicida sistémico no puede penetrar. Mezclando glifosato con atrazina floable, se adsorbe parte de la dosis del herbicida sistémico en el soporte de la suspensión y baja la eficiencia; por ende con esa mezcla para compensar se debe incrementar un 25% la dosis de glifosato. Funguicidas en trigo con el uso de aceite mineral, provocan manchas en la hoja bandera que reducen el área fotosintéticamente activa (y por ende el rinde).

La siguiente tabla cita algunos otros ejemplos de antagonismo:

Tabla 1. Algunos ejemplos conocidos de interacciones entre herbicidas	
Efecto	Ejemplos
Adición	Glifosato + herbicidas pre-emergentes como Herbadox® (pendimetalin).
Antagonismo	Iloxan® (diclofop) + herbicidas fenoxis (2,4-D, MCPA, Banvel® (dicamba)
	Iloxan® (diclofop) + Sencorex® (metribuzin)
	Poast® (sethoxydim) + 2,4-D, Banvel® (dicamba), Bromotril® (bromoxynil)
	Poast® (sethoxydim) + 2,4-D o glifosato con agua de tanque de pH alcalino (elevados niveles de bicarbonato de sodio)
	Glifosato + 2,4-D + Banvel® (dicamba) (sobre algunas malezas)
Sinergismo	Mezcla de tres productos; 2,4-D, 2,4-DP, MCPA o Banvel® (dicamba). Son más efectivos cuando se usan combinados y a dosis menores que cuando se emplean por separado
	La mayoría de los herbicidas post-emergentes + surfactante, aceite vegetal o coadyuvante
	Fertilizante nitrato de amonio + Poast® (sethoxydim)
Refuerzo	Graminicidas + aceite

Mezclas de plaguicidas, J.R. Raimondo, 04/10/2007

[http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/Mezcla%20de%20plaguicidas%20\(2007\).pdf?op=d&documento_id=303](http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/Mezcla%20de%20plaguicidas%20(2007).pdf?op=d&documento_id=303)

Pedro Daniel LEIVA
Ingeniero Agrónomo UBA
Especialista en Protección Vegetal
INTA Pergamino



26/11/2013