



Dow AgroSciences

Síntomas de fitotoxicidad en el cultivo de soja de los herbicidas más usados en post emergencia

Autores:

- Marcelo de Esteban – Customer Agronomist
- Diego Sansot – Customer Agronomist

Fecha de publicación: 1/03/2017



Índice

Introducción Página 3

Materiales y Métodos Página 4

Resultados Página 6

Consideraciones finales Página 19



Introducción:

En las últimas campañas, mantener un lote limpio de malezas se ha vuelto una tarea cada vez más difícil para el productor agropecuario Argentino. La invasión del yuyo colorado (*Amaranthus hybridus* y *Amaranthus palmeri*) sumado a los problemas con otras malezas de difícil control como rama negra (*Erigeon bonariensis* y *Erigeon sumatrensis*) y el complejo de gramíneas anuales resistentes a glifosato son los tres grupos de malezas que caracterizan la problemática del sector. Esto llevó a los productores a realizar mezclas de distintos herbicidas en post emergencia del cultivo de soja con cada vez más frecuencia, tratando de controlar la mayor cantidad de malezas con el menor número de aplicaciones posibles. Estos herbicidas, sin embargo, pueden no ser totalmente selectivos para el cultivo.

Definiciones:

- **Modo de acción:** Secuencia de eventos o procesos que ocurren desde que el herbicida llega a la planta y se absorbe, hasta que la planta muere. Involucra a los síntomas causados por ese herbicida.
- **Síntomas:** respuestas de tipo anatómico y morfológico de la maleza o de un cultivo, debido al modo de acción del herbicida absorbido.

La utilización de herbicidas con distintos modo de acción y su rotación en el tiempo es una de las herramientas que se recomienda para reducir la incidencia o retrasar la aparición de malezas de difícil control en nuestros sistemas productivos. Estas aplicaciones, a diferencia del manejo con un herbicida único como era el glifosato cuando se lanzó la tecnología RR, necesitan mayor cuidado en el momento de su aplicación ya que no son totalmente selectivas para el cultivo en determinados momentos. Esta menor selectividad está asociada a diversos factores.

Los más importantes que debemos tener en cuenta para evitar efectos de fitotoxicidad en cultivos en el lote en donde se va a aplicar o incluso para lotes vecinos, son:

- Condiciones climáticas en la aplicación: temperatura, humedad relativa, viento, radiación, precipitaciones luego de la aplicación.
- Sensibilidad del cultivo a los herbicidas a aplicar.
- Dosis utilizadas y técnicas de pulverización.
- Condiciones de crecimiento del cultivo: Estrés.
- Riesgos de deriva: endoderiva y exoderiva.

- Distancias a los cultivos sensibles.
- Residuos en las pulverizadoras de aplicaciones anteriores.
- Tipo de mezclas y orden de mezclado y preparación.
- Residualidad de los herbicidas según tipo de suelo y condiciones post-aplicación.

Materiales y métodos

Se realizó en el campo experimental de Dow AgroSciences Los Fresnos un ensayo demostrativo con el objetivo de evaluar y caracterizar el tipo de daño en el cultivo que producen distintos herbicidas de gran utilización en post emergencia del cultivo de soja. También se agregaron diluciones de herbicidas que si bien no se deben usar en post emergencia del cultivo, simulan ser un residuo en el tanque de la pulverizadora por mal lavado.

El diseño fue un único bloque con parcelas de 3 metros de ancho por 10 metros de largo. Las aplicaciones se realizaron con una mochila de presión constante de CO₂ (40 PSI), arrojando un volumen de 120 L/ha utilizando pastillas abanico plano.

La aplicación se realizó el 6 de Enero del 2017, y la soja se encontraba en estadíos vegetativos avanzados. Las condiciones en la que se encontraba el cultivo, y las condiciones para la recuperación luego de la aplicación fueron óptimas. Las evaluaciones se realizaron a los 3 y 20 días después de la aplicación.

La tabla 1 lista los tratamientos aplicados en el cultivo de soja.



Número de tratamiento	Tratamiento	Tipo de Formulación	Dosis	Dosis	Comentarios	Mecanismo de acción	HRAC - WSSA
1	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha		Inhibidores de la enzima EPSPS	G - 9
2	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha		Inhibidores de la enzima PPO	E - 14
	FLEX (Fomesafen)	SL	250 g ai/ha	1 l pr/ha			
3	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha		Inhibidores de la enzima PPO y de la división celular	E - 14 y K3 - 15
	FLEX (Fomesafen)	SL	298 g ai/ha	1,2 l pr/ha			
	DUAL GOLD (metolacolor)	EC	1295 g ai/ha	1,4 l pr/ha			
4	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha		Inhibidores de la enzima ALS	B - 2
	SPIDER (diclosulam)	WG	12,6 g ai/ha	15 g pr/ha			
5	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha		Inhibidores de la enzima ALS	B - 2
	SPIDER (diclosulam)	WG	25,2 g ai/ha	30 g pr/ha			
6	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha		Inhibidores de la división celular	K3 - 15
	DUAL GOLD (metolacolor)	EC	1295 g ai/ha	1,4 l pr/ha			
7	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha		Inhibidores de la división celular	K3 - 15
	TROPHY (Acetoclor)	EC	1350 g ai/ha	1,5 l pr/ha			
8	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha		Inhibidores de la enzima ALS	B - 2
	CLASSIC (Clorimuron)	WG	15 g ai/ha	60 g pr/ha			
9	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha	Dilución 5%	Acción similar al ácido indolacético (auxinas sintéticas)	O - 4
	Enlist Colex-D (2,4-D colina)	SL	684 g ae/ha	1,5 l pr/ha			
10	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha	Dilución 5%	Acción similar al ácido indolacético (auxinas sintéticas)	O - 4
	BANVEL (Dicamba)	SL	72 g ae/ha	0,2 l pr/ha			
11	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha	Dilución 5%	Acción similar al ácido indolacético (auxinas sintéticas)	O - 4
	TORDON 24K (Pictoram)	SL	28,8 g ae/ha	0,1 l pr/ha			
12	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha	Dilución 5%	Inhibidores de la enzima ALS y Auxina sintética	B - 2 y O - 4
	Texaro (Arylex+Diclosulam)	WG	29,9 g ai/ha	43 g pr/ha			
13	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha	Dilución 5%	Inhibidores de la enzima PPO	E - 14
	Flumioxazin	SC	72 g ai/ha	0,2 l pr/ha			
14	Glifosato DMA	SL	1200 g ae/ha	2,5 l pr/ha	Dilución 5%	Inhibidores de fotosíntesis en Fotosistema II	C1 - 5
	Atrazina	WG	1800 g ai/ha	2 kg pr/ha			

Tabla1. Lista de tratamientos aplicados en el cultivo de soja. Se especifican tipo de formulación, dosis en gramos de equivalente ácido o gramos de ingrediente activo por hectárea, y dosis en litros o kilos de producto formulado por hectárea. En la columna Comentarios se especifica en cuales tratamientos se aplicó una dilución al 5%. Las últimas dos columnas detallan el mecanismo de acción de cada tratamiento y la sigla correspondiente a HRAC y WSSA.

Resultados

Las evaluaciones se realizaron a los 3 y 20 días después de la aplicación. Se realizaron evaluaciones visuales de fitotoxicidad en cada tratamiento, y se capturaron fotos que mostraban la sintomatología de cada parcela.

La Figura 1 muestra los valores de fitotoxicidad visual para cada tratamiento en los dos momentos de evaluación.

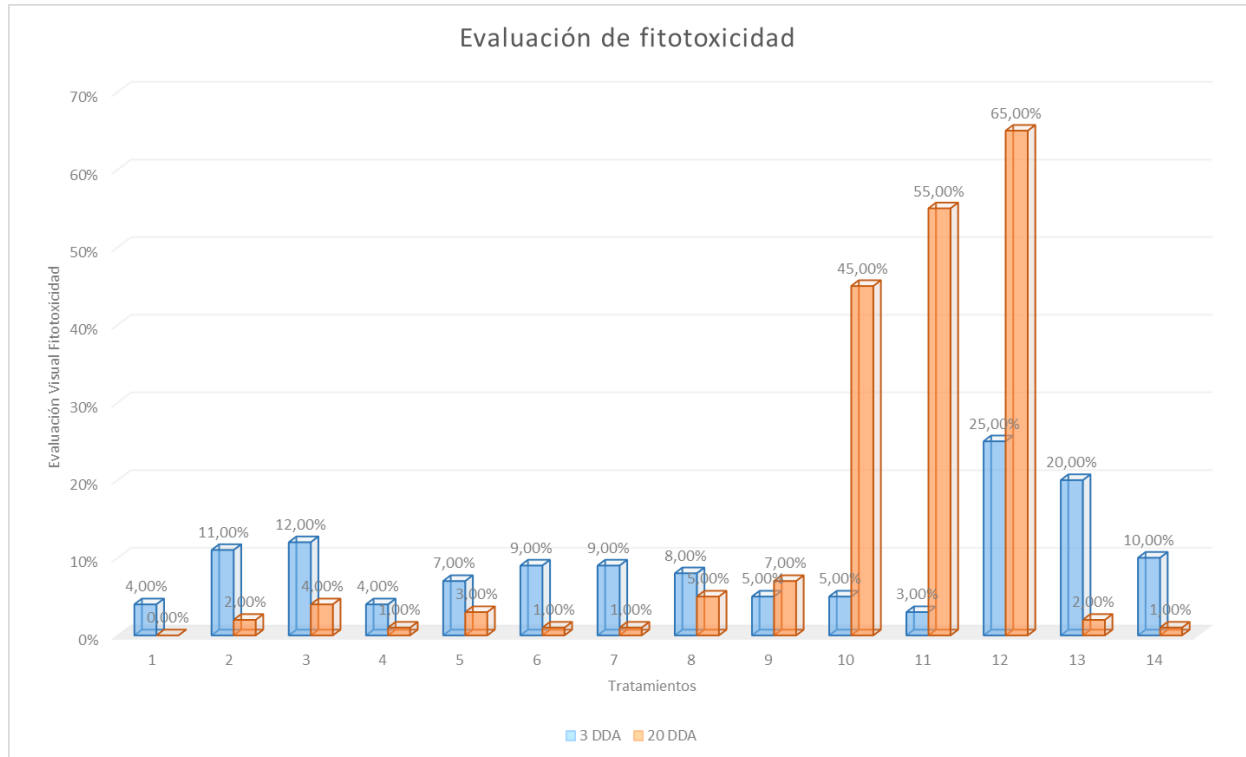


Figura 1. Evaluación visual de fitotoxicidad para cada tratamiento a los 3 y 20 días después de evaluación.

La Figura 2 muestra el estado de la parcela para los dos momentos de evaluación para el tratamiento 1 (Glifosato). Al ser el cultivo resistente a glifosato, no se observan sintomatologías que incrementen el valor de fitotoxicidad.

En las Figuras 3 y 4 se pueden ver el estado del cultivo en la parcela correspondiente al tratamiento 2, correspondiente a la aplicación de fomesafen, un herbicida difenileter de modo de acción PPO, el cual es ampliamente utilizado en post emergencia de soja para el control de yuyo colorado. Como se puede observar en las fotos, este tratamiento no es totalmente selectivo para el cultivo, ya que se produce un efecto “mosaico” típico de los herbicidas de contacto, que puede verse agravado en condiciones climáticas adversas, o dosis más elevadas.



Figura 3. Tratamiento 2 (fomesafen). 3 días después de aplicación. A la izquierda parcela completa, a la derecha acercamiento de la parcela.



Figura 4. Tratamiento 2 (fomesafen). 20 días después de aplicación. A la izquierda parcela completa, a la derecha acercamiento de la parcela.

El tratamiento 3 corresponde a la dosis comercial del producto EDDUS de Syngenta, compuesto por fomesafen a 1,19 L/ha más s-metolaclo a 1,35 L/ha. Esta combinación de un PPO más una cloroacetamida cuyo modo de acción es inhibir la división celular, da como resultado la sumatoria del síntoma descrito en el tratamiento 2 que se observa ya en los primeros días luego de la aplicación, combinado con el síntoma causado por las cloroacetamidas, que es una hoja con la nervadura central más corta, notándose en el haz una forma acorazonada. Este último síntoma se puede identificar transcurridos varios días luego de la aplicación.

En las Figuras 5 y 6 se pueden ver la sintomatología del tratamiento 3.



Figura 5. Tratamiento 3 (fomesafen+metolaclo). 3 días después de aplicación. A la izquierda parcela completa, a la derecha acercamiento de la parcela.



Figura 6. Tratamiento 3 (fomesafen+metolaclo). 20 días después de aplicación. A la izquierda parcela completa, a la derecha acercamiento de la parcela. Circulo amarillo muestra la sintomatología causada por PPO, mientras que el círculo rojo muestra el efecto de la cloroacetamida.

Los tratamientos 4 y 5 fueron con aplicados con diclosulam, una sulfonamida del grupo de los ALS a dosis de 15gr/ha y 30 gr/ha de producto formulado respectivamente. Los síntomas que presenta la planta luego de aplicados estos herbicidas pre emergentes en post emergencia del cultivo son enrojecimiento de la nervadura central, en caso de fitotoxicidad severa puede presentarse acortamiento de entrenudos y clorosis. En este demostrativo, las excelentes condiciones para el desarrollo del cultivo atenuaron la manifestación de síntomas de fitotoxicidad, al punto que en la dosis más baja no presentó síntomas visibles a los 20DDA.



Figura 7. Tratamiento 5 (diclosulam 30 grs/ha). A la izquierda se ve la sintomatología a los 3 días después de aplicación. A la derecha a los 20 días después de aplicación.

Los tratamientos 6 y 7 se realizaron con cloroacetamidas en post-emergencia siendo el primero 1,35L/ha de s-metolaclor y el segundo 1,5 L/ha de acetoclor 90% (Trophy). En ambos tratamientos los síntomas son similares, observándose pequeñas manchas cloróticas a los 3DDA y la hoja con la nervadura central acortada, formando la hoja con forma acorazonada.



Figura 8. Tratamientos 6 y 7 (metolaclor y acetoclor respectivamente). A la izquierda se ve la sintomatología a los 3 días después de aplicación del tratamiento 6. A la derecha a los 20 días después de aplicación del tratamiento 7.

El tratamiento 8 fue aplicado con 60gr/ha de formulado de clorimuron, otro herbicida ALS cuyos síntomas son similares a los descritos para los tratamientos 4 y 5 con diclosulam. En la Figura 9 se pueden ver la sintomatología.



Figura 9. Tratamiento 8 (clorimurón). A la izquierda se ve la parcela completa a los 3 días después de aplicación. A la derecha a los 20 días después de aplicación, se ve el detalle de la sintomatología en un trifolio.

Los tratamientos a continuación simulan un mal lavado de tanque y posterior aplicación sobre el cultivo, siendo diluciones al 5% de las dosis que se detalla en cada uno.

En el tratamiento 9 se usó una dilución de una dosis de 1,5 L/ha de 2,4-D sal colina (Enlist), ácido fenoxi-carboxílico del grupo de las auxinas sintéticas (herbicidas hormonales), que es equivalente a una dosis aplicada de 75cc/ha. Esta dosis fue suficiente para marcar los síntomas de epinastía y curvatura de tallos en los primeros días y de “cuero de sapo” en las hojas a los 20DDA, típico de este herbicida, que lo distingue de otros hormonales.



Figura 10. Tratamiento 9 (dilución de 2,4-D). 3 días después de aplicación. A la izquierda se ve la parcela completa, a la derecha un acercamiento de la parcela.



Figura 11. Tratamiento 9 (dilución de 2,4-D). 20 días después de aplicación. A la izquierda se ve un acercamiento de un trifolio. A la derecha se ve el aspecto general de la parcela.

El tratamiento 10 consistió en una dilución de una dosis de 150cc/ha de dicamba, herbicida hormonal derivado del ácido benzoico, resultando en un equivalente a 7,5cc/ha en post emergencia del cultivo. La soja es altamente sensible a este tipo de herbicidas hormonales y los síntomas fueron muy marcados a los 20DDA incluso con esta dosis tan baja. Estos son, a diferencia del 2,4-D, la típica hoja malformada y curvada tipo “cucharita”, que es más evidente en hojas nuevas, ya que el herbicida sigue actuando y los sucesivos brotes siguen expresando los síntomas con mayor intensidad.



Figura 12. Tratamiento 10 (dilución de dicamba). 3 días después de aplicación. A la izquierda se ve el aspecto general de la parcela, mientras que a la derecha se ve un acercamiento de algunos trifolios.



Figura 13. Tratamiento 10 (dilución de dicamba). 20 días después de aplicación. Foto general de la parcela. Se puede ver una clara diferencia de altura con respecto al testigo apareado de la derecha.



Figura 14. Tratamiento 10 (dilución de dicamba). 20 días después de aplicación. Detalle de la sintomatología en nuevos trifolios.

El tratamiento 11 consistió en una dilución de una dosis de 120cc/ha de picloram, herbicida hormonal derivado del ácido piridin- carboxílico resultando en un equivalente a 6cc/ha en post emergencia del cultivo. Este herbicida es el hormonal que más daño puede causarle a la soja, tanto en pre como en post emergencia del cultivo. Los síntomas fueron muy marcados a los 20DDA y dio uno de los porcentajes de fitotoxicidad visual más elevados de todos los tratamientos que se evaluaron (Figura 1). Los síntomas son los mismos que con dicamba, generando hojas curvadas tipo “cucharita”, más evidente en hojas nuevas, ya que el herbicida sigue actuando y los sucesivos brotes siguen expresando los síntomas con mayor intensidad.



Figura 15. Tratamiento 11 (dilución de picloram). 3 días después de aplicación. A la izquierda estado de la parcela completa, a la derecha, acercamiento sobre la sintomatología específica.



Figura 16. Tratamiento 11 (dilución de picloram). 20 días después de aplicación. Foto de la parcela completa en donde se ve una diferencia de altura con respecto al testigo apareado de la derecha.

El tratamiento 12 fue la dilución de una dosis de 43 gr/ha de Texaro (equivalente a 25gr de activo de diclosulam más 5gr de activo de arylex por hectárea) equivalente a 2,15 gr/ha de producto comercial. Los síntomas en la planta son clorosis severa, necrosis, epinastía y acortamiento de entrenudos. A las pocas horas de aplicado ya se pueden observar síntomas debido a la altísima sensibilidad del cultivo al arylex, herbicida de la familia de los arylpicolinatos. A los 20 días, los síntomas son severos, con una clorosis muy fuerte, tallos completamente doblados y epinastía marcada.



Figura 17. Tratamiento 12 (dilución de Texaro). A la izquierda foto de la parcela a los 3 días después de aplicación. Las fotos de la derecha corresponden a 20 días después de aplicación.

El tratamiento 13 simuló un residuo en tanque de una dosis de 150cc/ha de flumioxazin, herbicida PPO (situación muy común en el campo) quedando una dosis aplicada de 7,5cc/ha. Los síntomas mostrados por el cultivo son los típicos de los herbicidas de este grupo químico, de necrosis en las hojas que entran en contacto con el caldo aplicado. Estos son fácilmente visibles a los 3DDA, pero no afectan hojas nuevas, por lo que a los 20DDA el cultivo se recupera, aunque se pueden observar los daños en las hojas más viejas que quedaron en el estrato medio.



Figura 18. Tratamiento 13 (dilución de flumioxazín). 3 días después de aplicación. A la izquierda foto de la parcela, a la derecha detalle de la sintomatología en los trifolios.



Figura 19. Tratamiento 13 (dilución de flumioxazín). 20 días después de aplicación. A la izquierda foto de la parcela, a la derecha detalle de la sintomatología en los trifolios que quedaron en el estrato medio.

El tratamiento 14 fue una dilución al 5% de una dosis de 2kg/ha de atrazina el 90%, herbicida del grupo de las triazinas, cuyo modo de acción es la inhibición de la fotosíntesis en el fotosistema II. Los síntomas que pueden observarse a los 3DDA son hojas cloróticas y/o necróticas, con clorosis internerval en la hoja. A los 20DDA el cultivo se muestra recuperado, quedando los síntomas del herbicida en las hojas más viejas, en el tercio medio.

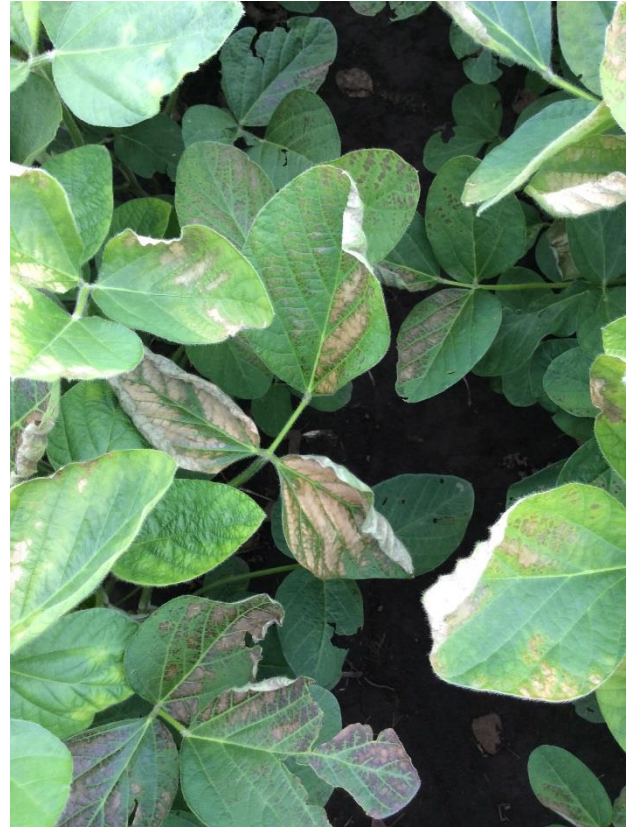


Figura 20. Tratamiento 14 (dilución de atrazina). 3 días después de aplicación.



Figura 21. Tratamiento 14 (dilución de atrazina). 20 días después de aplicación. A la izquierda parcela completa, a la derecha sintomatología remanente en trifolios que quedaron en el estrato medio.



Consideraciones finales

El presente trabajo permitió evaluar y documentar los síntomas más comunes que causan los herbicidas evaluados, para su fácil identificación a campo. También permitió observar como ciertos herbicidas causan un efecto casi inmediato en hojas que reciben el producto y luego se disipan a medida que el cultivo se desarrolla, y otros, como es el caso de los herbicidas hormonales siguen retenidos y causando síntomas en hojas mas nuevas, afectando el desarrollo de la soja.

Por ello, identificar el herbicida causante de la fitotoxicidad nos va a permitir predecir la evolución del cultivo en el tiempo siguiente a la observación.