

XXII Congreso de la ALAM  
I Congreso de la ASACIM

## RECUPERACIÓN DE DAÑO FITOTÓXICO SOBRE EL RENDIMIENTO CAUSADO POR HERBICIDAS: RESULTADOS DE PRIMERAS PRUEBAS EN SOJA

Gonzalo Berhongaray<sup>1</sup>, Paolo De Luca<sup>2</sup>, Valeria Selva<sup>1</sup>, Diego Righi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Stoller Argentina, Córdoba. gberhongaray@stoller.com.ar

<sup>2</sup>D&P Agro, Junín. pdeluca@dypagro.com.ar

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue la evaluación agronómica de los efectos de promotores de crecimiento (PGR) y planes de fertilización como recuperadores de los rendimientos de soja afectados por fitotoxicidad. Se encontró que los PGR son una herramienta válida, logrando recuperar en promedio un 99.8% de las pérdidas de rendimiento por fitotoxicidad. La combinación de los PGR con micronutrientes no logró mejorar la respuesta.

**Palabras clave:** promotores de crecimiento, micronutrientes, soja

### SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the capacity of plant growth regulators (PGR) and micronutrients in restore soybean yields after a phytotoxicity by herbicides. PGRs were able to recover 99.8% of yield losses caused by phytotoxicity. The combination of PGR with micronutrients did not improve the response.

**Keywords:** plant grow regulators, micronutrients, soybean

### INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, se han producido cambios importantes en las poblaciones de malezas [1] impactando sobre la producción de diferentes cultivos [2, 3]. Algunas de las causas serían cambios en los tipos de labranza y el incremento de la siembra directa, la extensa superficie sembrada con soja y la baja rotación de cultivos, el uso extensivo del herbicida glifosato y la escasa diversidad de productos químicos aplicados. Una de las consecuencias más importantes del creciente uso de herbicidas es la aparición de malezas resistentes a estos herbicidas. La respuesta a estos problemas ha sido la utilización de herbicidas en mayores dosis o nuevos herbicidas (no siempre selectivos) los que suponen riesgos de fitotoxicidad y pérdidas de rendimiento de hasta un 45% [4, 5].

El uso de fitohormonas y promotores de crecimiento (PGR) así como una adecuada nutrición con planes de fertilización han mostrado incrementar la resistencia del cultivo a diversas situaciones de estrés [6, 7], y podrían ser utilizados para la recuperación de cultivos con efectos fitotóxicos. El objetivo de este trabajo fue evaluar a modo exploratorio el efecto de distintos PGR y planes de nutrición como recuperadores del rendimiento antes eventos de estrés fitotóxico causado por herbicidas al cultivo de soja.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en la localidad de Junín, provincia de Buenos Aires, sobre un suelo Hapludol Típico. El 22 de noviembre de 2014 se sembró un total de 0.45 hectáreas utilizando la variedad DM 3810 de grupo de maduración III largo, con una distancia entre líneas de 35 cm. El lote experimental fue dividido en parcelas de 2.5 m de ancho y 20 m de largo. Se realizó un ensayo bi-factorial con 16 niveles del factor fitotóxico (incluyendo seis herbicidas con distintas dosis y momentos de aplicación; Cuadro 1), seis niveles del factor recuperadores (con 2 PGR y 2 fertilizantes a base de micronutrientes; Cuadro 2) y tratamientos testigos. La combinación de

los dos factores y los testigos resultó en un total de 119 tratamientos (en el Cuadro 3 de la sección Resultados puede observarse claramente la matriz de tratamientos). Los herbicidas se aplicaron con una mochila pulverizadora experimental pastillas 110 abanico plano y un volumen de 100 l ha<sup>-1</sup>. Los recuperadores se aplicaron a los diez días de aparición de síntomas de fitotoxicidad en los tratamientos pos-emergentes. Las parcelas tratadas y el testigo se mantuvieron libres de malezas durante todo el ciclo para que la competencia de las malezas emergidas no enmascarara los efectos de los herbicidas.

**Cuadro 1:** Momentos de aplicación, herbicidas y dosis utilizadas en los tratamientos de fitotoxicidad.  
\*Dosis de Clorimurón en g ha<sup>-1</sup>.

Momento de aplicación	Herbicida	Dosis (cm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Momento de aplicación	Herbicida	Dosis (cm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
Pre-siembra	Atrazina	250	Pos-emergencia	Fomesafen	750
		500		2,4 D Ester	35
	Metolaclor	1350		Dicamba	8
	Dicamba	100			16
	2,4 D Ester	375		Metolaclor	750
		500			1000
			Clorimurón*	30	
				40	

**Cuadro 2:** Tratamientos de recuperación y dosis de los productos.

Recuperador (cm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
Stimulate (250)
BioForge (1000)
BioForge (500) + Stimulate (250)
BioForge (500) + Zn (3000)
Stimulate (250) + Mastermins (3000)
Stimulate (250) + Nitroplus 18 (3000)

Los recuperadores incluyeron productos comerciales disponibles en el mercado. Stimulate® es un regulador del crecimiento líquido formulado con kinetina 0.009%, ácido giberélico 0.005%, ácido 3-indol-butírico 0.005% y 10% de solventes y emulsionantes. BioForge® es un antioxidante formulado con 2.0% nitrógeno (principalmente como N, N'-diformyl urea) y 3.0% potasio (K<sub>2</sub>O). Stoller Zinc® formulado con 7.0% de zinc (Zn) quelatado y 3.0% de azufre (S). Mastermins® es un complejo nutricional formulado con nitrógeno 3.0%, fósforo 17%, potasio 5.0%, magnesio 1.0%, molibdeno 0.05%, zinc 1.0% y hierro 1.0%.

Se midió el rendimiento como variable respuesta al efecto de los tratamientos. La cosecha se realizó manualmente (2 m<sup>2</sup> por parcela) el día 20 de abril de 2015. Se determinó humedad del grano y se corrigió el peso llevando los rendimientos a 13.5% de humedad. Se calculó el rendimiento relativo dividiendo al rendimiento de cada tratamiento por la del testigo absoluto. Por resultarse de un experimento exploratorio se fomentó el número de tratamientos (119) sobre el número de repeticiones (1 réplica). El efecto individual sobre cada herbicida se analizó realizando comparaciones simples. El efecto de los recuperadores fue analizado utilizando tratamientos apareados (con y sin recuperador) utilizando modelos de regresión lineal simple.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

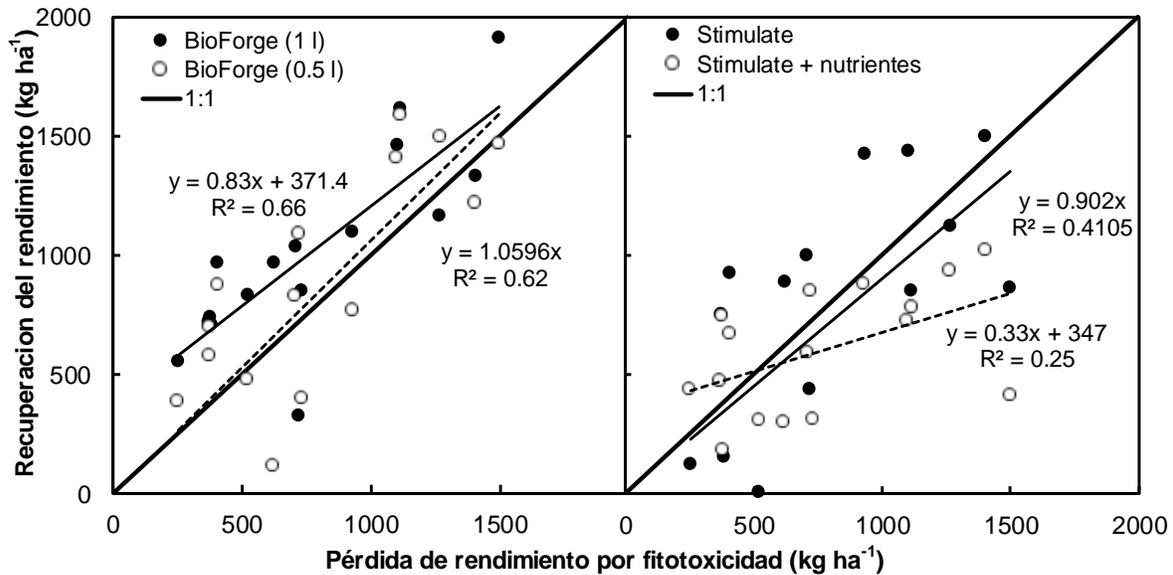
Se encontraron importantes mermas en el rendimiento causadas por la aplicación de herbicidas lo que evidencia efectos fitotóxicos. Los tratamientos pre-siembra obtuvieron rendimiento del 87% sobre un testigo absoluto (sin herbicidas y sin recuperador; rendimiento= 4782 kg ha<sup>-1</sup>) mientras que los pos-emergencia fueron más severos rindiendo solo un 81% del rendimiento del testigo (Cuadro 3). Las mermas de rendimiento promediaron 775 kg ha<sup>-1</sup> con tratamientos que alcanzaron pérdidas de hasta 1499 kg ha<sup>-1</sup> respecto al testigo.

Los tratamientos con PGR y nutrientes lograron recuperar la pérdida de rendimiento causada por los herbicidas, alcanzando en promedio un 99.8% del rendimiento del testigo absoluto (Cuadro 3). Cuando los recuperadores fueron aplicados sin herbicidas lograron mejoras de un 12% en los rendimientos.

**Cuadro 3:** Tabla de rendimientos relativos respecto al testigo absoluto. La columna gris representa los tratamientos con herbicidas que no recibieron recuperador. Los promedios de la última fila fueron construidos utilizando solo los tratamientos con herbicida. Abrev. Stim= Stimulate; Zn= Stoller Zinc; Mtermis= Mastermins.

Tratamiento	(cm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	BioForge BioForge Stim + Stim +						
		Testigo	Stimulate	BioForge	+ Stim	+ Zn	Mtermis Nitroplus18	
Testigo		100	107	114	106	110	119	115
Pre-siembra	Dicamba 100	92	95	107	89	93	91	100
	200	87	106	107	93	85	86	101
	2,4 D Ester 375	74	97	98	101	108	82	104
	500	85	106	107	97	108	89	106
	Atrazina 250	92	108	107	100	108	104	101
	500	95	97	106	108	98	107	101
Metolaclor 1350	85	94	92	99	116	88	117	
Pos-emergencia	Clorimurón 30	77	107	108	112	101	77	107
	40	77	94	110	113	107	92	94
	2,4 D Ester 35	71	102	99	107	85	90	94
	Dicamba 8	91	111	112	107	113	102	109
	16	92	90	108	105	108	104	111
	Fomesafen 750	89	89	107	103	95	90	101
	1500	85	81	102	93	93	88	95
	Metolaclor 750	81	110	104	94	100	90	107
1000	69	87	109	91	108	81	73	
<b>Promedio</b>		<b>84</b>	<b>98</b>	<b>105</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>91</b>	<b>101</b>

Si bien las respuestas promedio de los tratamientos recuperadores fueron similares, algunas fueron más dependiente del herbicida utilizado que otras (Figura 1). Entre los tratamientos con PGR, los realizados con BioForge fueron los que mantuvieron mejores respuestas consistentemente, es decir respondieron a todo tipo de daño fitotóxico. Las dosis de 500cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de BioForge en combinación con otros productos fue suficiente para recuperar el rendimiento mermado por los herbicidas (Figura 1; izquierda), e incluso muestra una pequeña mejoría (58 kg ha<sup>-1</sup>) respecto al testigo absoluto. La dosis completa (1000cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) no solo logró recuperar los rendimientos sino que en promedio rindió 243 kg ha<sup>-1</sup> más que el testigo absoluto. Los tratamientos que incluyeron Stimulate obtuvieron buena respuesta general (Figura 1; derecha). Las mezclas con micronutrientes resultaron positivas en casos de fitotoxicidad moderada a baja, mientras que a mayor fitotoxicidad la respuesta fue menor.



**Figura 1:** Efecto del uso de BioForge (izquierda) y Stimulate (derecha) en la recuperación de la merma de rendimiento causada por la fitotoxicidad de herbicidas. Los tratamientos de BioForge incluyen la dosis completa (1 l = 1000cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), y el promedio de dos tratamientos con medias dosis (0.5 l = 500cm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Los tratamientos con Stimulate incluyen en tratamiento solo, y el promedio de los dos tratamientos de Stimulate con nutrientes (Mastermins y Nitroplus18). Las regresiones fueron en todos los casos significativas ( $p < 0.05$ ); línea llena corresponde a los puntos llenos, línea punteada a los puntos vacíos.

## CONCLUSIONES

Los PGR mostraron ser una herramienta para la recuperación de pérdidas de rendimiento causadas por efectos fitotóxicos de herbicidas. La combinación con micronutrientes no logró mejorar la respuesta.

## AGRADECIMIENTOS

A Federico Noriega (D&P Agro) y Rosa Mutti por la ejecución de los ensayos.

## REFERENCIAS

- [1] Relevamiento de malezas en cultivos de girasol de la provincia de La Pampa y zonas limítrofes. EEA Anguil. Anguil, La Pampa. AR; 2007, p. 28.
- [2] Planta Daninha 2003;21:175.
- [3] Funciones de daño y cálculo de pérdidas por malezas en el cultivo de soja. Pergamino, Argentina: INTA-EEA Pergamino; 1994, p. 20.
- [4] Fitotoxicidad por metsulfurón metil y 2,4 D empleados en barbecho químico en soja. In: ACSoja, editor. MercoSoja 2011. Rosario: ACSoja; 2011.
- [5] Indian Journal of Plant Physiology 2012;17:259.
- [6] Effects of plant growth regulators on water deficit-induced yield loss in soybean. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia; 2004, p. 252.
- [7] Australian Journal of Crop Science 2011;5:764.