

# RESIDUALIDAD DE LA APLICACION SECUENCIAL DE HERBICIDAS ALS EN EL PERIODO DE BARBECHO

## 1: BIOENSAYOS

**Martín Principiano<sup>1</sup>, Horacio A. Acciaresi<sup>\*2</sup>**

**Palabras clave:** fitotoxicidad; apilamiento secuencial; persistencia

El conocimiento de la persistencia de herbicidas residuales en el suelo y el daño que pueden causar a los cultivos en la rotación es importante para racionalizar el uso de herbicidas en esquemas de control químico de malezas. En este contexto, dada la escasa información sobre el efecto de la aplicación secuencial de herbicidas residuales ALS (inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa), resulta importante determinar cómo la aplicación secuencial de herbicidas residuales del grupo de los ALS incide en el comportamiento de los cultivos en rotación agrícola en la región, de cara a racionalizar su uso y el impacto ambiental.

### INTRODUCCION

Los herbicidas residuales evitan la emergencia de las malezas debido a su persistencia en el suelo (Helling, 2005). Bajo determinadas condiciones ambientales, o por un uso indebido, estos herbicidas pueden prolongar su actividad más allá del cultivo o barbecho afectando los cultivos sensibles que continúan en la rotación.

Un aspecto que cobra cada vez más importancia, es la acumulación o apilamiento ("stacking") de herbicidas en el suelo por el uso continuado y repetido de los mismos. Este apilamiento va incrementando paulatinamente los problemas de persistencia que pueden resultar en fitotoxicidad aditiva o sinérgica sobre los cultivos de la rotación (Johnson y otros, 2005).

Los herbicidas inhibidores de la síntesis de aminoácidos (inhibidores de la enzima sintetasa del ácido acetoláctico, ALS) son ampliamente utilizados en los sistemas productivos de nuestra región ya que poseen prolongada persistencia en el suelo y un amplio espectro de control de malezas gramíneas y latifoliadas. La alta residualidad en el suelo puede variar dependiendo del compuesto específico, del pH del suelo, la temperatura y del momento de aplicación, entre otros factores. De acuerdo con ello, podrían ocasionar problemas de fitotoxicidad en la secuencia de cultivos de la rotación, lo cual está relacionado en gran medida con la ocurrencia de lluvias entre la aplicación y la siembra del próximo cultivo y con la especie sembrada.

Esta residualidad puede ser puesta de manifiesto mediante estudios en condiciones controladas con especies sensibles (bioensayos) o experimentos en campo con cultivos sensibles. Los bioensayos son una alternativa a los estudios en campo debido a que se pueden detectar bajas concentraciones del herbicida residual y sus resultados se encuentran disponibles en un período corto de tiempo respecto a los experimentos en campo (Riddle y otros, 2013). Así, los bioensayos han sido utilizados para detectar diferentes residuos de herbicidas en el suelo, especialmente del grupo de los ALS (Geisel y otros, 2008).

Por lo expuesto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación secuencial de herbicidas residuales inhibidores de la enzima ALS durante el período de barbecho químico sobre el cultivo de soja mediante la realización de bioensayos.

### MATERIALES Y METODOS

Se llevó adelante un experimento en campo en un suelo Argiudol Vértico, serie Ramallo, de textura franco limosa (arcilla 22,7 %, limo 64,8 %, arena 12,5 %) con un contenido medio de materia orgánica de 2,93 %, 6,2 de pH, CIC 21,1 (m.e./100 gr) y con una pendiente menor a 1 %, partido de San Nicolás (33°S; 60°O).

El diseño del experimento fue en bloques completos al azar con nueve tratamientos (variantes de herbicidas) y tres repeticiones con parcelas de

1 - Becario CIC-UNNOBA. Docente ECANA-UNNOBA

2 - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, Pergamino, Argentina. Grupo Protección Vegetal-Malezas. \* [acciaresi.horacio@inta.gob.ar](mailto:acciaresi.horacio@inta.gob.ar).

**Tabla 1.** Esquema de tratamientos de herbicidas residuales en barbecho químico largo y barbecho químico corto aplicados en un suelo Serie Ramallo del partido de San Nicolás. Met: metsulfurón; Met-Clors: metsulfurón más clorsulfurón; Imaz: imazetapir; Diclo: diclosulam; Clori: clorimurón. Conc.: concentración del activo en porcentaje.

Tratamiento	Barbecho químico largo				Barbecho químico corto			
	Fecha de aplicación	Herbicida	Conc. (%)	Dosis (cc o g.ha <sup>-1</sup> )	Fecha de aplicación	Herbicida	Conc. (%)	Dosis (cc o g.ha <sup>-1</sup> )
1	Testigo sin herbicidas residuales							
2	10-ago	Met	60	10	10-oct	-	-	-
3	10-ago	Met	60	10	10-oct	Imaz	10	1000
4	10-ago	Met	60	10	10-oct	Diclo	84	30
5	10-ago	Met	60	10	10-oct	Clori	25	80
6	10-ago	Met-Clors	12,5-62,5	15	10-oct	-	-	-
7	10-ago	Met-Clors	12,5-62,5	15	10-oct	Imaz	10	1000
8	10-ago	Met-Clors	12,5-62,5	15	10-oct	Diclo	84	30
9	10-ago	Met-Clors	12,5-62,5	15	10-oct	Clori	25	80

25 metros de largo por 25 metros de ancho en un lote destinado al cultivo de soja.

La primera aplicación de herbicidas se realizó el 10 de agosto, simulando un barbecho químico largo (BQL). Sesenta días después de la primera aplicación, se procedió a una segunda aplicación el día 10 de octubre previo a la siembra del cultivo de soja de primera simulando un barbecho químico corto (BQC). El detalle de los tratamientos figura en la tabla 1.

Para la realización de los bioensayos se tomaron muestras de cada una de las parcelas de campo que tenían los tratamientos previamente descritos. Los muestreos fueron realizados a los 0, 20, 40, 65, y 90 días desde la siembra (DDS) del cultivo de soja en campo.

La recolección del suelo se realizó mediante un calador de suelo hasta 20 cm de profundidad realizando 10 muestras al azar por parcela, en el momento que correspondió (de acuerdo a los DDS planificados). Las muestras fueron colocadas en freezer (-18 °C) hasta su procesamiento. El suelo se tamizó, homogeneizó y se colocó en contenedores plásticos de 0,2 litros de capacidad. En cada contenedor se colocaron tres semillas de una variedad de soja grupo de maduración cinco corto (NA 5258) que luego se ralearon a una planta por contenedor. En el estado de una hoja trifoliada desplegada (en el control) se tomaron determinaciones de la materia seca aérea (MSA) (g), longitud de raíz principal (LRP) (cm) y materia seca radical (MSR) (g).

Los bioensayos fueron conducidos en cámara de crecimiento bajo condiciones controladas: 12 horas de luz y una alternancia de temperatura nocturna de 18 °C y diurna de 25 °C. La humedad del

suelo se mantuvo cercana a capacidad de campo.

Se obtuvieron los datos de precipitaciones en el lugar donde se instaló el experimento en campo durante el período que duró el mismo (Figura 1).

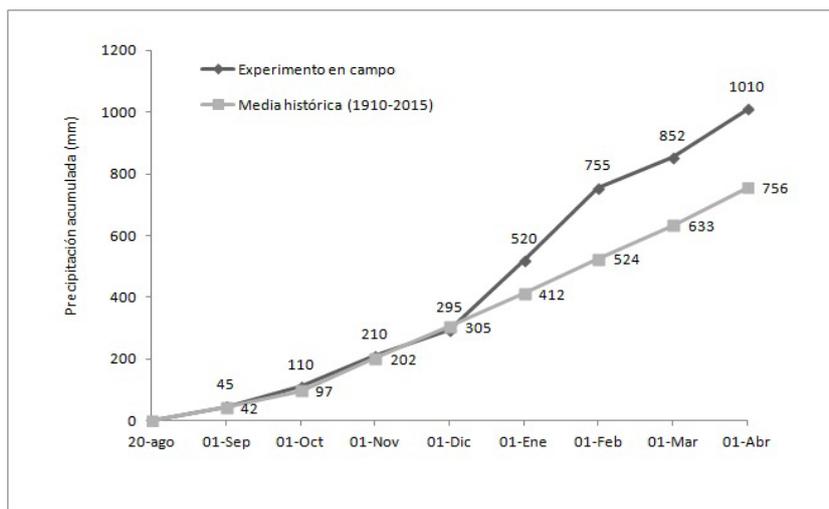
### Análisis estadístico

Los datos fueron analizados a través de un análisis de la varianza (ANOVA), mediante el programa *Infostat*. Las medias de los tratamientos fueron separadas usando una prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0,05.

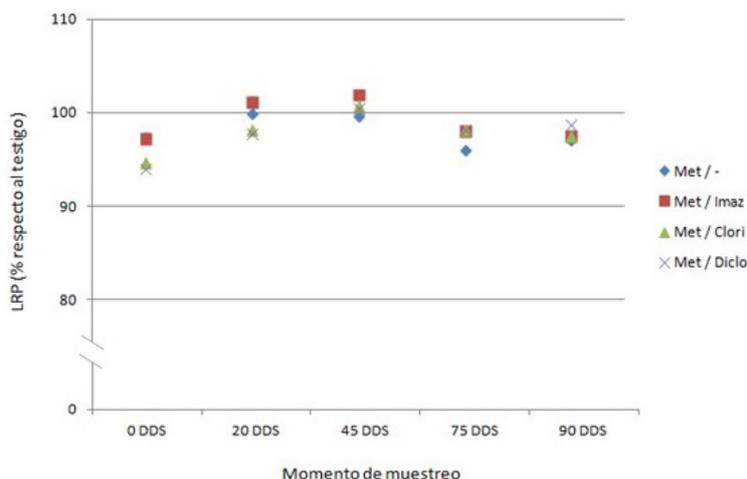
### Resultados y discusión

La técnica de bioensayo permitió detectar concentraciones biológicamente activas de herbicidas en el suelo. Así, para la variable longitud de raíz principal (LRP) (cm), se observó una disminución estadísticamente significativa respecto al control (a la siembra del cultivo de soja en campo) cuando se aplicó metsulfurón metil-clorsulfurón ( $p < 0,05$ ) (Figura 3). El apilamiento de imazetapir, clorimurón etil y diclosulam no mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ). No obstante, se observó la mayor reducción (13 %) en la LRP por el apilamiento de clorimurón etil (figura 2). Fueron necesarios 87 días y 255 mm (fin de noviembre) para que no haya disminución significativa en la longitud de raíz principal por aplicación de metsulfurón metil-clorsulfurón.

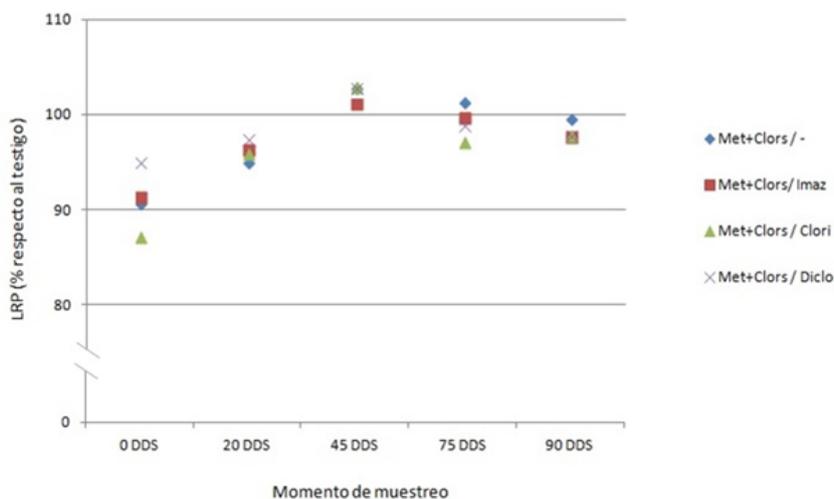
Asimismo, no se registraron diferencias significativas en la LRP por la aplicación de metsulfurón metil (67 días antes de la siembra del cultivo de soja) ( $p > 0,05$ ). El apilamiento de imazetapir tampoco mostró DMS en la LRP. El apilamiento de clorimurón etil y diclosulam no produjo una disminución significativa ( $p > 0,05$ ) en la LRP (Figura 2)



**Figura 1.** Precipitación acumulada (mm) para el período agosto 2016-abril 2017.



**Figura 2.** Longitud de la raíz principal de soja respecto al control (LRP, %) para cada momento de muestreo. DDS: días desde la siembra del cultivo de soja en campo. Met: metsulfurón; Imaz: imazetapir; Clori: clorimurón; Diclo: diclosulam.



**Figura 3.** Longitud de la raíz principal de soja respecto al control (LRP, %) para cada momento de muestreo. DDS: días desde la siembra del cultivo de soja en campo. Met+Clors: metsulfurón más clorsulfurón; Imaz: imazetapir; Clori: clorimurón; Diclo: diclosulam.

**Tabla 2.** Número de elementos que conforman la muestra (n), coeficiente de variación (CV) en porcentaje y valor estadístico de prueba (valor p) para cada variable evaluada y momento de muestreo. DDS: días desde la siembra del cultivo en campo. LRP: longitud de raíz principal. MSA: materia seca aérea. MSR: materia seca radical.

Momento de muestreo	LRP			MSA			MSR		
	N	CV (%)	p	n	CV (%)	p	n	CV (%)	p
0 DDS	270	9,2	<0,0001	249	13,1	0,1127	245	13,7	0,8100
20 DDS	270	12,5	0,9809	270	11,7	0,1974	270	12,0	0,9791
45 DDS	270	10,2	0,9247	248	10,6	0,9032	246	11,6	0,8936
75 DDS	270	10,9	0,0023	259	12,9	0,9789	255	12,7	0,6467
90 DDS	267	11,0	0,9800	249	13,1	0,1127	256	14,0	0,2525

Las variables peso seco radical y peso seco aéreo no mostraron diferencias estadísticamente significativas respecto al testigo en ninguna de las fechas de muestreo ( $p > 0,05$ ) (tabla 2).

La persistencia de herbicidas es una consideración importante en la producción de cultivos ya que los residuos pueden potencialmente dañar cultivos sensibles que continúan en la rotación lo cual puede resultar en pérdidas económicas sustanciales. Un bioensayo (biotest) permite predecir potenciales problemas de residuos de herbicidas permitiendo así tomar mejores decisiones sobre la rotación de cultivos, selección de herbicidas, fecha de siembra y otras prácticas de manejo.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican un efecto fitotóxico de los herbicidas inhibidores de la ALS en la longitud de raíz principal de soja cuantificada mediante experimentos en condiciones controladas.

En este sentido, los bioensayos constituyen una herramienta económica y relativamente sencilla para registrar la presencia de un herbicida o sus metabolitos en el suelo. No obstante, dada la naturaleza experimental de los mismos, resulta imprescindible la evaluación en campo para determinar si las tendencias aquí observadas se mantienen.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

**Geisel, B.G.L.; Schoenau, J.J.; Holm, F.A. y E. N. Johnson. 2008.** Interactions of ALS-inhibiting herbicide residues in three prairie soils. *Weed Science*. 56:624–627.

**Helling, C.S. 2005.** The science of soil residual herbicides. p. 3-22. En: Van Acker, R.C. (ed). *Soil residual herbicides: science and management*. Topics in Canadian Weed Science. V. 3. Quebec (CA): Canadian Weed Science Society.

**Johnson, E.N.; Moyer, J.T.; Thomas, A.G.; Leeson, J.Y.; Holm, F.A.; Sapsford, K.L.; Schoenau, J.J.; Szmigielski, A.M.; Hall, L.M.; Kuchuran, M.E. y Hornford, R.G.. 2005.** Do repeated applications of residual herbicides result in herbicide stacking? In *Soil Residual Herbicides: Science and Management*. Topics in Canadian Weed Science, ed. R.C. Van Acker, 53-70, Volume 3. Sainte-Anne-de Bellevue, Québec: Canadian Weed Science Society – Société canadienne de malherbologie.

**Rachel N. Riddle, R.N.; O'Sullivan, J.; Swanton, C.J. y Van Acker, R. 2013.** Field and greenhouse bioassays to determine mesotrione residues in soil. *Weed Technology*. 27:565–572