

EVALUACION DEL EFECTO *CARRYOVER* DE CLEAR SOL Y
CLEAR SOL PLUS SOBRE AVENA, TRIGO Y CEBADA.

Dipiano, Andrea V.

Waimann, Emanuel A.

Autores

Ing. Agr. Montoya, Jorgelina C.

Director

Ing. Agr. Garcia Fernando

Codirector

Carrera de Ingeniería Agronómica

Facultad de agronomía UNLPam

2015

INDICE

Resumen.....	pág.1
Palabras claves.....	pág.2
Introducción.....	pág.2
Hipótesis.....	pág.6
Objetivos generales.....	pág.6
Objetivos específicos.....	pág.7
Materiales y Métodos.....	pág.7
Ensayo a campo.....	pág.8
Bioensayo.....	pág.9
Resultados y discusión.....	pág.10
Conclusiones.....	pág.17
Agradecimientos.....	pág.17
Bibliografía.....	pág.17

RESUMEN

En el año 2000 BASF AG compró American *Cyanamid* y con ello la Tecnología *Clearfield*. Dicha tecnología es un sistema integrado de control de malezas que combina tolerancia genética de híbridos de cultivos no-transgénicos concebidos para ser utilizados en conjunto con herbicidas pertenecientes a la familia química de las imidazolinonas. Su modo de acción es la inhibición de la enzima de las plantas acetolactato sintetasa (ALS) requerida para la producción de aminoácidos esenciales. En consecuencia inhibe la síntesis de proteínas, afectando así al crecimiento celular y originando la muerte de las malezas.

El primer Sistema de Producción *Clearfield* se lanzó en Estados Unidos para el maíz y desde entonces nuevas líneas de semillas *Clearfield* se han desarrollado y vendido en todo el mundo. En Argentina en el año 2003, la empresa BASF SA, registró el herbicida imazapir bajo la marca de Clearsol (24%) (CL) convirtiéndose en uno de los miembros más representativo de esta familia. El sistema *Clearfield* siguió evolucionando y con ello la aparición en el mercado de la nueva tecnología Clearsol Plus (CLPlus), cuyo primer componente es el herbicida imazamox (3.3 %) y su segundo componente es imazapir (1.5 %). Tanto imazapir como imazamox, son herbicidas de amplio espectro y persistentes en el suelo. Se aplican en postemergencia temprana del cultivo y primeros estadios de malezas gramíneas y de hoja ancha. Imazapir e imazamox son ácidos débiles con valores de pKa de 3.6 y 3.3, respectivamente. A valores de pH entre 5 y 7 característicos de suelos agrícolas, estos compuestos existen principalmente en estado aniónico causando una unión débil con los coloides del suelo presentando una baja o nula adsorción. Por lo tanto aumenta su biodisponibilidad en el suelo, quedando disponible para los organismos del suelo, principal mecanismo de degradación. Existen antecedentes sobre efecto de *carryover* de residuos de imazapir e

imazamox en la rotación de cultivos (Ball *et al.*, 2003; Shaner y Hornford, 2005; Ulbrich *et al.* 2005). Si bien ambas herbicidas son similares en cuanto a estructura molecular presentan diferentes potenciales de producir daños por *carryover* a los cultivos subsiguientes.

Se planteó como objetivo evaluar el efecto de *carryover* de imazapir e imazamox aplicados en postemergencia temprana del cultivo de girasol sobre trigo, avena y cebada en ensayos de campo y laboratorio. Durante la campaña 2009-2010 se estableció un ensayo de girasol *Clearfield* bajo siembra directa en un lote de EEA Anguil del INTA. Los tratamientos definidos fueron: Clearsol DF (80) 100 gr/ha (**CL, imazapir 80 gr ia/ha**), 200 gr/ha (**2CL, imazapir 160 gr ia/ha**), Clearsol Plus (3.3 + 1.5) 1.2 L/ha (**CLPlus, imazamox 39.6 gr ia/ha + imazapir 18 gr ia/ha**) y 2.4 L/ha (**2CLPlus; imazamox 79.2 gr ia/ha + imazapir 36 gr ia/ha**) y un tratamiento control (**0**). Luego de la cosecha de girasol se sembró trigo, avena y cebada. A la cosecha se midió rendimiento y producción de biomasa. Por otro lado, se condujeron bioensayos con las mismas especies. Se realizaron 5 muestreos: 164 DDA (días desde aplicación), 193 DDA, 217 DDA, 248 DDA y 276 DDA. Se concluyó que el ensayo de campo demostró que la cebada es una especie sumamente sensible a los residuos de imazamox en suelo. Los resultados obtenidos con los bioensayos ponen de manifiesto la escasa utilidad que poseen como herramienta de diagnóstico. Los estudios de *carryover* deberían ser complementados con estudios de adsorción/desorción para comprender la dinámica de las imidazolinonas en los suelos de interés.

PALABRAS CLAVES. Persistencia, bioensayos, imazapir, imazamox, *carryover*.

INTRODUCCION

Las imidazolinonas (IMIs) son una clase relativamente nueva de herbicidas descubiertas en la década del '80 por científicos de la compañía Cyanamid. En el año

2000 BASF AG compró American Cyanamid y con ello la Tecnología *Clearfield*. Dicha tecnología es un sistema integrado de control de malezas que combina tolerancia genética de híbridos de cultivos no-transgénicos concebidos para ser utilizados en conjunto con herbicidas pertenecientes a la familia química de las IMIs. Las IMIs pertenecen a la familia de inhibidores de la enzima de las plantas acetolactato sintetasa (ALS) requerida para la producción de aminoácidos esenciales. En consecuencia inhibe la síntesis de proteínas, afectando así al crecimiento celular y originando la muerte de las malezas.

El primer Sistema de Producción *Clearfield* se lanzó en Estados Unidos para el maíz y desde entonces nuevas líneas de semillas CL se han desarrollado y vendido en todo el mundo. En Argentina en el año 2003, la empresa BASF SA, registró el herbicida imazapir bajo la marca de Clearsol (24%) convirtiéndose en uno de los miembros más representativo de esta familia. El sistema *Clearfield* siguió evolucionando y con ello la aparición en el mercado de la nueva tecnología Clearsol Plus (CLPlus), cuyo primer componente es el herbicida imazamox (3.3 %) y su segundo componente es imazapir (1.5 %). Tanto imazapir como imazamox, son herbicidas de amplio espectro y persistentes en el suelo. Se aplican en postemergencia temprana del cultivo y primeros estadios de malezas gramíneas y de hoja ancha.

La persistencia es el período de tiempo durante el cual el herbicida permanece en forma activa y permite controlar flujos de emergencia posteriores a la aplicación. Sin embargo, también determina el tiempo en que pueden esperarse efectos fitotóxicos si no se respetan los períodos de carencia correspondientes previos a la siembra del cultivo sucesor en la rotación. A ese fenómeno se lo denomina *Carryover* y se define como la concentración de herbicidas en el suelo fitotóxica para los cultivo siguientes.

Los factores que afectan el tiempo que persiste un herbicida en el suelo se divide en tres categorías: factores edáficos (pH, contenido de MO), las propiedades del

químico (solubilidad en agua, coeficiente de adsorción, presión de vapor y naturaleza química) y condiciones climáticas (humedad y temperatura). Además la persistencia de un herbicida en el suelo está regulada por una serie de complejos procesos entre los que se cuentan la degradación (descomposición química, microbiana y fotodescomposición), la retención (adsorción por los coloides del suelo) y el transporte (lixiviación, volatilización, escurrimiento superficial y absorción por las plantas) (Hance y Holly, 1990).

En el caso de las IMIs, la específica estructura molecular pH dependiente, el contenido carbono orgánico y la fuerza iónica son los factores más influyentes que pueden afectar la persistencia en el ambiente (Johnson et al., 2000). Las IMIs son compuestos anfóteros con presencia de grupo/s funcionales ácidos y/o básicos que pueden ser parcialmente ionizados, es decir que pueden cargarse dentro de un rango de pH del suelo, afectando fuertemente su reactividad (Kah y Brown, 2006). Los valores de pKa de las IMIs varían desde 1.3 a 3.9. Cuando el pH del suelo es mayor que su pKa, estos herbicidas están presentes mayormente en estado aniónico, mientras que se encuentran en forma no-iónica cuando el pH del suelo es menor que su pKa (Loux y Reese, 1993).

Específicamente, imazapir e imazamox son ácidos débiles con valores de pKa de 3.6 y 3.3, respectivamente. A valores de pH entre 5 y 7 característicos de suelos agrícolas, estos compuestos existen principalmente en estado aniónico causando una unión débil con los coloides del suelo presentando una baja ó nula adsorción. Por lo tanto aumenta su biodisponibilidad en el suelo, quedando disponible para los organismos del suelo, principal mecanismo de degradación.

Existen antecedentes sobre efecto de *carryover* de residuos de imazapir e imazamox en la rotación de cultivos (Ball et al., 2003; Shaner y Hornford, 2005; Ulbrich et al. 2005). Si bien ambos herbicidas son similares en cuanto a estructura

molecular presentan diferentes potenciales de producir daños por *carryover* a los cultivos subsiguientes.

Las imidazolinonas en general presentan una persistencia moderada a larga (40 a 180 días) (Weber, 1994). En las condiciones habituales de los suelos agrícolas de pH y temperatura la hidrólisis es muy lenta. A pH menores a 7, el anillo imidazolinon es muy estable (Roberts, 1998). En general, las imidazolinonas presentan un bajo coeficiente de adsorción dado su comportamiento aniónico a los pH frecuentemente hallados en suelos agrícolas. Datos locales de imazapir arrojaron valores de 3.7 y 2.2 ml/gr y una vida media, estimada en laboratorio de 35 días (Gianelli et al. 2011). Esta información nos indicaría un bajo riesgo de *carryover* por parte de imazapir. Es sabido que el *carryover* de las imidazolinonas hacia cultivos subsiguientes depende de las condiciones climáticas que se den durante el período comprendido entre la aplicación y siembra de los cultivos, del pH del suelo y de la sensibilidad del cultivo. Sin embargo, algunas especies, como por ejemplo la remolacha azucarera son extremadamente sensibles y pueden ser afectados negativamente por condiciones adversas o bajos pH (Shaner y Hornford, 2005). Por otro lado, existen antecedentes referidos al *carryover* de imazamox en relación a las interacciones que se dan en el proceso de adsorción/desorción y el pH del suelo. Bresnahan et al. 2000 encontraron que la biodisponibilidad de imazamox difiere con el pH del suelo afectando el proceso de adsorción/desorción. Si bien, el coeficiente de adsorción aumentó según decrece el pH (mayor proporción de imazamox con comportamiento catiónico) también fueron mayores los coeficientes de desorción aumentando la fitotoxicidad sobre el cultivo de remolacha azucarera dada una mayor biodisponibilidad del compuesto. Para comprender el comportamiento de las imidazolinonas en el suelo estudiado, los experimentos deberían ser complementados con ensayos de laboratorio que permitan explicar los procesos de adsorción/desorción que se dan al pH del suelo en cuestión. Si

bien la cuantificación analítica de los residuos en el suelo brinda un dato concreto, esta metodología presenta diversos aspectos negativos debido a que no existen curvas de calibración de concentraciones halladas en el suelo, los análisis son sumamente costosos y no se cuenta con suficientes laboratorios preparados para tal fin. Ante este problema una metodología sencilla y de bajo costo son los bioensayos. Dada la prolongada residualidad de las imidazolinonas, la metodología de bioensayos ha sido empleada como método de diagnóstico para esta familia de herbicidas (Watson y Checkel, 2005; O' Sullivan, 2005; Van Wyk y Reinhardt, 2001).

La provincia de La Pampa se ha convertido en los últimos años en uno de los grandes escenarios del cultivo de girasol. En las últimas campañas de siembra, se ha observado un incremento en la demanda de los híbridos con tecnología *Clearfield*. Dada la persistencia que caracteriza a las IMIs (Mangels, 1991) y los antecedentes de *carryover* que existen es necesario realizar estudios que ofrezcan conocimientos para su correcta utilización.

HIPOTESIS

La persistencia de imazapir e imazamox en el suelo produce fitotoxicidad en cereales de invierno: trigo, cebada y avena.

OBJETIVOS GENERALES

Evaluar el efecto de *carryover* de imazapir e imazamox aplicados en postemergencia temprana del cultivo de girasol sobre trigo, avena y cebada.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar a través de ensayo de campo la fitotoxicidad de imazapir e imazamox sobre trigo, cebada y avena.

2. Evaluar mediante la metodología de bioensayo como herramienta de diagnóstico para detectar residuos de imidazolinonas que afecten a los cultivos de trigo, cebada y avena.

MATERIALES Y METODOS

Durante la campaña 2009-2010 se estableció un ensayo de girasol *Clearfield* bajo siembra directa en un lote de EEA Anguil del INTA. Las precipitaciones registradas en el período se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Precipitaciones registradas durante el período de ensayo

	Oct-09	Nov-09	Dic-09	en-10	Feb-10	Mar-10	Abr-10	May-10	Jun-10	Jul-10	Ago-10	set-10	Oct-10	Nov-10	Dic-10
1					2.0							23.0			1.0
2					2.0					1.0		32.0			
3										0.5					
4										1.2					
5	3			5.0	10.0					4.2					
6	2				3.0					1.0			2.0		
7			8	0.4										2.2	
8						355.0						25.5			
9				7.0	16.0										
10	8														7.5
11				83.5								0.5			
12					3.0		0.5								
13							10.5		0.8					10.0	
14								1.0							
15					8.4										
16						42.0									
17		29	7												
18		2	A		111.0	7.0			11.0					4.0	
19	7	4				3.0								10.0	
20	1		19		4.0	10.0									
21					32.5										
22					7.0						1.0				
23			5					1.5					0.5		22.5
24		58												11.0	
25			15		2.0							18.0			
26			3									34.5			
27												18.5	4.6		
28				3.0									43.2		10.0
29			23			1.0									
30															7.0
31															
	21.0	93.0	80.0	98.9	200.9	418.0	11.0	2.5	11.8	7.9	1.0	152.0	50.3	37.2	48.0

El ensayo se llevó a cabo en un lote cuyas características de suelo son:

Haplustol Entico, textura franco arenosa (0-20 cm). Arcilla: 13,00 %, Limo: 32 %, Arena: 55 %; MO %: 0-8 cm: 2.60, 8-20 cm: 2.03; pH: 0-8 cm 6.6, 8-20 cm: 6.5.

ENSAYO A CAMPO

La fecha de siembra del girasol fue 02/12/2009. La aplicación de herbicida fue realizada con mochila pico abanico plano FLOOD JEET TK 2.5 con un ancho de 4 metros (Ida y vuelta).

Fecha de aplicación del tratamiento testigo preemergente: 05/12/2009.

Herbicidas y dosis utilizadas como testigo: Metolaclor 1 L/ha+ Flurocloridona 0.7 L/ha + Sulfentrazone 0.05 L/ha; Postemergencia 15/01/2010 Propaquizafop 0.6 l/ha + aceite 1.5 l/ha (0).

Fecha de aplicación de los herbicidas Clearsol DF y Clearsol Plus: 18/12/2009

Dosis utilizadas de los herbicidas: Clearsol DF (80) 100 gr/ha (CL, imazapir 80 gr ia/ha), 200 gr/ha (2CL, imazapir 160 gr ia/ha), Clearsol Plus (3.3 + 1.5) 1.2 L/ha (CLPlus, imazamox 39.6 gr ia/ha + imazapir 18 gr ia/ha) y 2.4 L/ha (2CLPlus; imazamox 79.2 gr ia/ha + imazapir 36 gr ia/ha).

Aplicación de graminicida postemergente en el tratamiento testigo (0):
15/01/2010

Cosecha girasol: 29/03/2010.

Siembra verdeos: 23/06/2010 (300 pl/m²): AVENA (INTA CANAI) PG 80%,
CEBADA (SCARLETT) 95% PG, TRIGO (GUAPO) 95% PG.

Control de malezas en cereales invernales a principio de macollaje.
Metsulfurón 5 gr/ha + dicamba 0.1 L/ha.

Cosecha de trigo y avena: 21/12/2010.

Cosecha de cebada: 06/12/2010.

Las variables medidas fueron en estado de plántulas; número de plantas emergidas y longitud de raíces. Se tomaron muestras de plántulas en 2 metros lineales por tratamiento; se contaron dichas muestras y se midieron la longitud de las raíces de cada una de ellas. A la cosecha se midió rendimiento en grano y producción de biomasa. Se extrajeron muestras para rendimiento de una superficie de 3.45 m² y para biomasa se extrajeron plantas completas incluyendo raíces de una superficie de 0.25 m². Las raíces fueron lavadas y luego secadas en estufa a 60 °C hasta peso constante. El análisis estadístico constó de un ANOVA según un arreglo factorial en franjas donde los factores analizados fueron los cereales de invierno y los tratamientos de herbicidas. Se realizaron los análisis de varianza (ANOVA) y el test de diferencia de medias TUKEY. La sentencia SLICE fue aplicada como un procedimiento de análisis post-ANOVA en presencia de interacciones significativas entre los factores considerados (SAS, 1999).

BIOENSAYO

Luego de la cosecha del girasol se iniciaron los muestreos de suelos a 8 cm de profundidad con el objetivo de la preparación de macetas para los bioensayos. Se realizaron 5 muestreos: 31/05 (164 DDA, días desde aplicación), 29/06 (193 DDA), 23/07 (217 DDA), 23/08 (248 DDA), 20/09 (276 DDA). Se extrajeron muestras compuestas de aproximadamente 2 kg de suelo de cada parcela. Se tamizó el suelo por un tamiz de malla de 1 cm para ser homogeneizado. Una fracción de la muestra compuesta redestinó a la determinación de humedad gravimétrica y análisis de nitratos. El resto de la muestra era destinada a la preparación de las macetas de 700 gr de suelo húmedo. En cada maceta se sembraron 5 semillas las cuales se ralearon a 4 plántulas una vez emergidas. Los bioensayos fueron conducidos en cámara de crecimiento bajo condiciones controladas: 12 hs de luz y una alternancia de temperatura nocturna de 18 °C y diurna de 25 °C. La humedad se mantuvo cercana a capacidad de campo. Una vez

que las plántulas alcanzaron el estadio fenológico de 2 hojas desplegadas se realizaron las siguientes mediciones: nº de plántulas emergidas, longitud de raíces (LR) (cm), peso seco aéreo (PSA) (grs) y peso seco de raíces (PSR) (grs). Cada una de estas variables se expresó según el valor promedio dado por el nº de plántulas. El diseño experimental fue completamente aleatorizado.

RESULTADOS Y DISCUSION

La campaña 2009/2010 resultó atípica respecto a las precipitaciones registradas. Los meses de enero, febrero y marzo tuvieron elevados registros. Cabe resaltar que el día 8 de marzo llovió 355 mm, evento totalmente excepcional para la región semiárida pampeana (Tabla 1). Es sabido que la disponibilidad hídrica edáfica favorece la degradación microbiana de los herbicidas como así también favorece la lixiviación de los mismos en el perfil promoviendo de este modo su disipación en el suelo. Para la fecha de siembra de los cereales de invierno (187 DDA) las precipitaciones alcanzaron los 808 mm desde la aplicación de los herbicidas Clearsol y Clearsol Plus. Los análisis estadísticos no arrojaron diferencias significativas en el rendimiento en grano ni en la producción de biomasa. Sin embargo, puede observarse en las Figuras 1 y 2 un menor rendimiento de cebada en el tratamiento 2CLPlus. Se encontró una diferencia de 445 kg/ha respecto al control. Por otro lado, este efecto fue más manifiesto sobre la producción de biomasa de cebada. Se halló una diferencia de producción del tratamiento control respecto al CLPlus de 432 kg MS/ha y respecto al 2CLPlus de 1870 kg MS/ha. Esto demuestra la elevada susceptibilidad de la cebada a los residuos de imazamox en el suelo

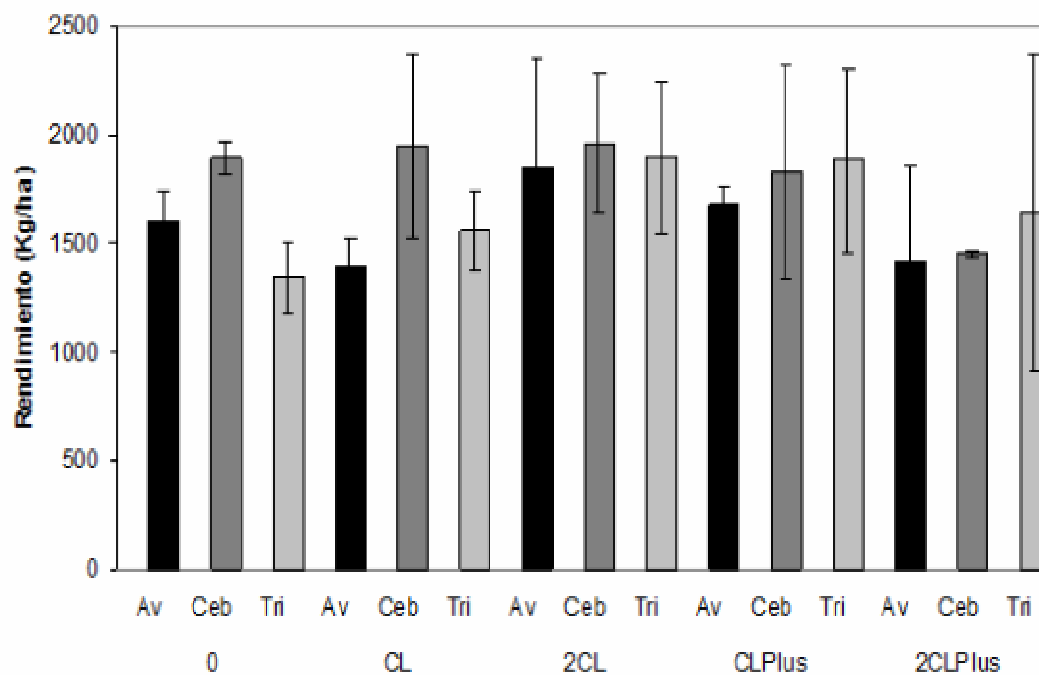


Figura 1: Rendimiento (kg/ha) de trigo, avena y cebada en los diferentes tratamientos.

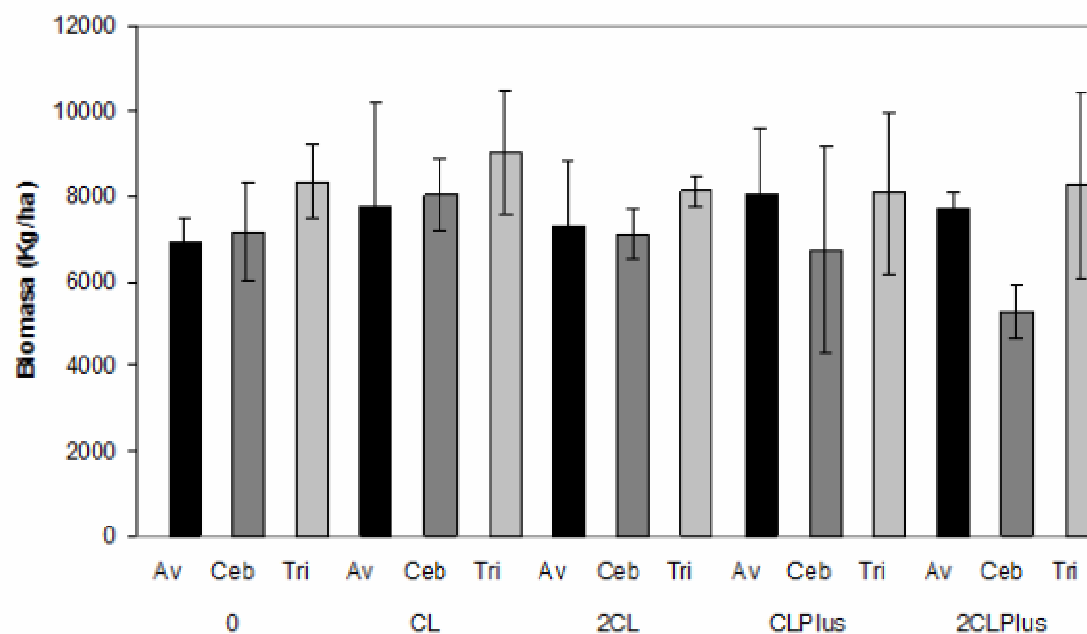


Figura 2: Producción de biomasa (kg/ha), de trigo, avena y cebada en los diferentes tratamientos.

Similares resultados fueron hallados por Ball *et al.* (2003). Aunque, en los sitios donde las precipitaciones fueron superiores a lo normal, 6% mayor al promedio anual de 541 mm, el efecto de imazamox sobre la cebada no se manifestó siendo que las dosis empleadas fueron cerca del doble a las de nuestro estudio.

Los resultados de los bioensayos mostraron un comportamiento poco claro demostrando una baja utilidad de esta herramienta como método de diagnóstico de residuos de imidazolinonas para las especies estudiadas. Resultados obtenidos en años anteriores tuvieron similar comportamiento. Los resultados fueron sumamente erráticos cuando se esperaban datos más concisos siendo que el registro de precipitaciones había alcanzado apenas los 288 mm (Montoya, com. pers.).

En el actual ensayo, solamente se encontró diferencia ($p < 0.05$) a los 193 DDA de materia seca de raíces en avena, entre tratamientos de doble dosis de Clearsol (2CL) y doble dosis de Clearsol Plus (2LPlus) (figura 3). El resto de los análisis estadísticos de los datos de los bioensayos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos de las variables analizadas (longitud de raíz, materia seca área, materia seca radicular), tampoco se pudo detectar si alguna de las especies fue más sensible que otra a los residuos de imidazolinonas en el suelo; Por otro lado, no se observaron síntomas en hojas. Estos resultados podrían indicarnos que la metodología de bioensayos resulta poco sensible para detectar los residuos de imidazolinonas o bien los cereales de invierno no demuestran la fitotoxicidad hasta alcanzar estados de desarrollo más avanzado, como se pudo observar a campo, que alcanzando el estado de encañazón se hizo manifiesto el menor desarrollo principalmente en cebada.

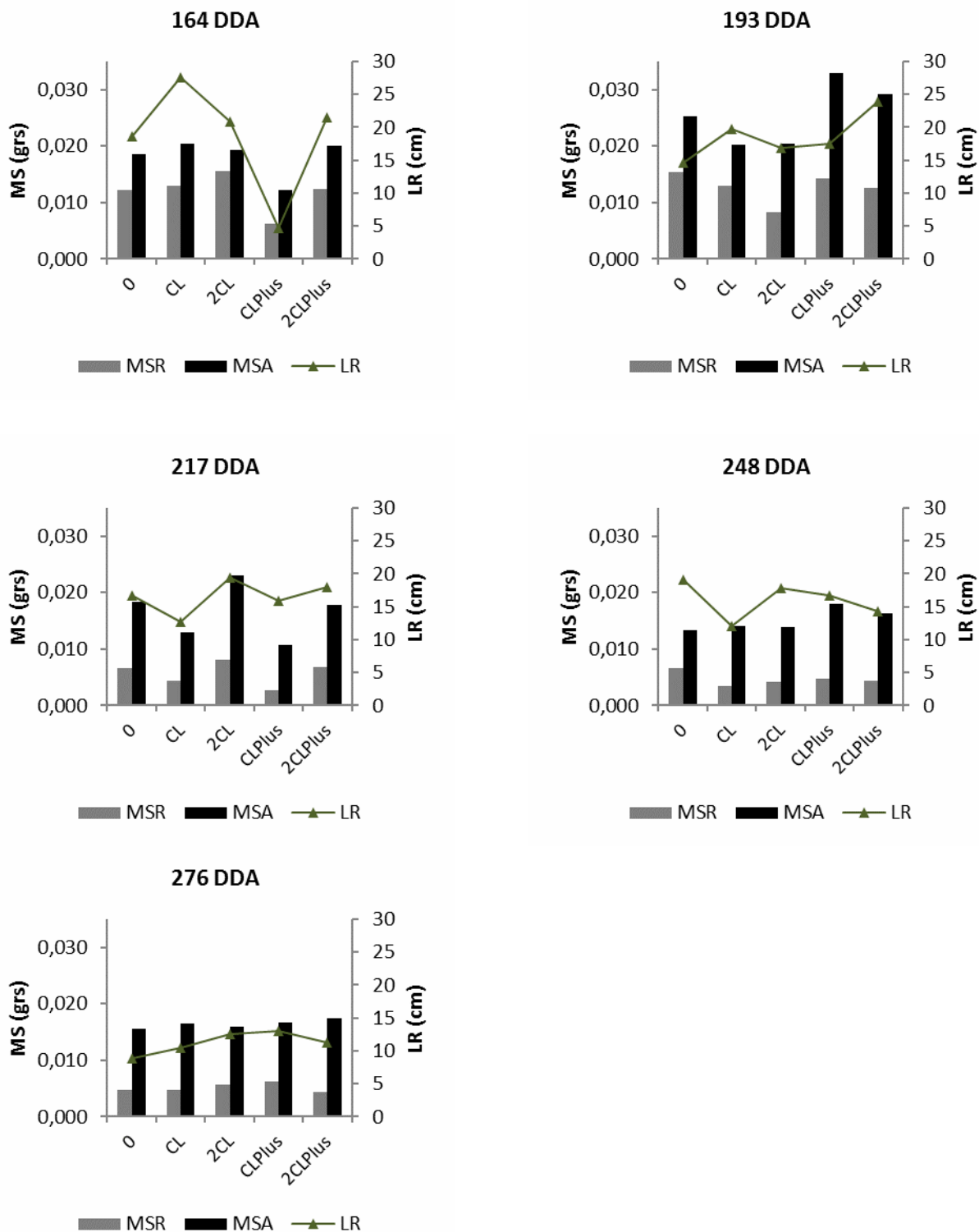


Figura 3: Resultados de materia seca área (MSA), materia seca radicular (MSR) y longitud de raíces (LR) para diferentes tratamientos y fechas de muestreo en los bioensayos de avena.

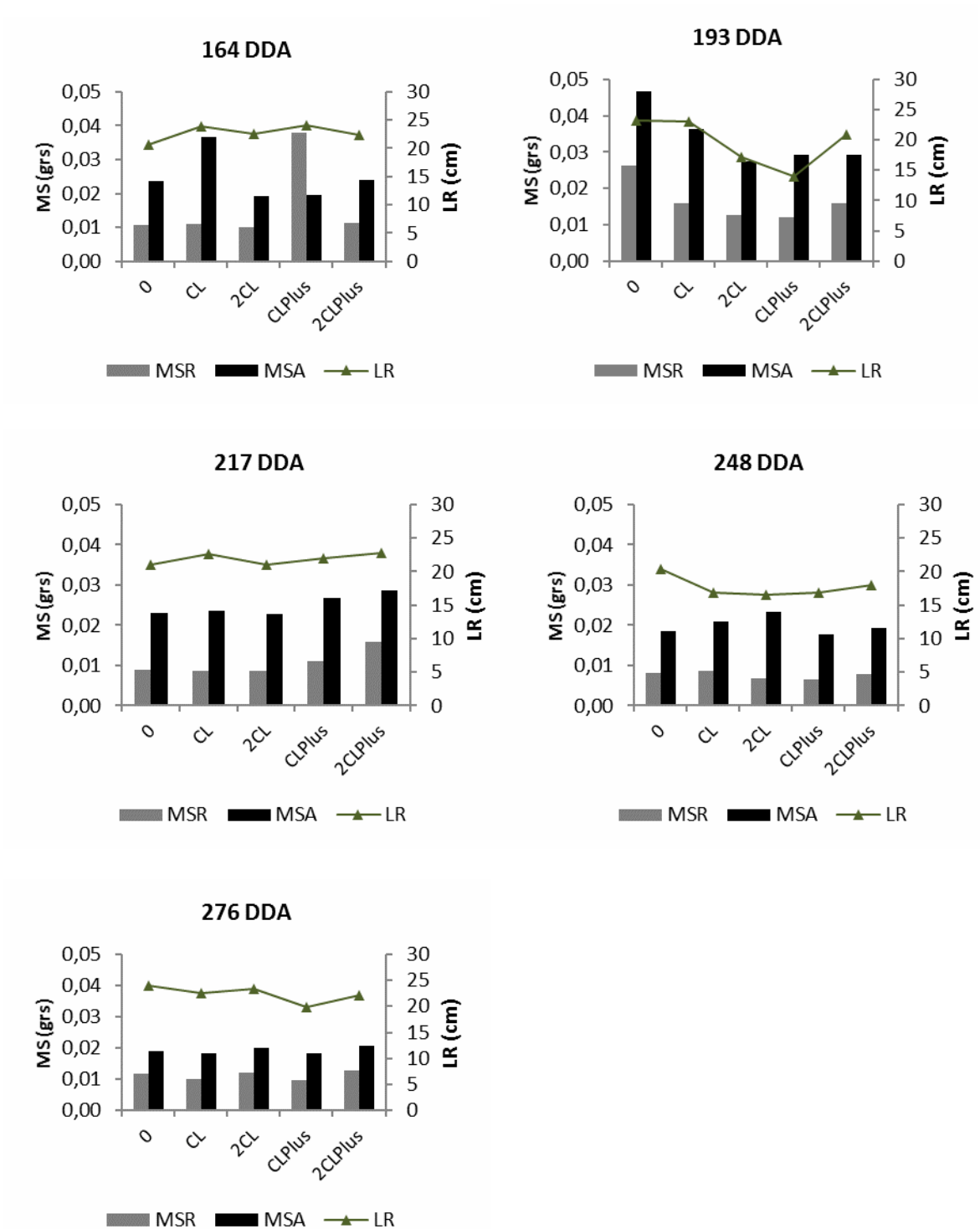


Figura 4: Resultados de materia seca área (MSA), materia seca radicular (MSR) y longitud de raíces (LR) en los diferentes tratamientos y fechas de muestreo en los bioensayos de trigo.

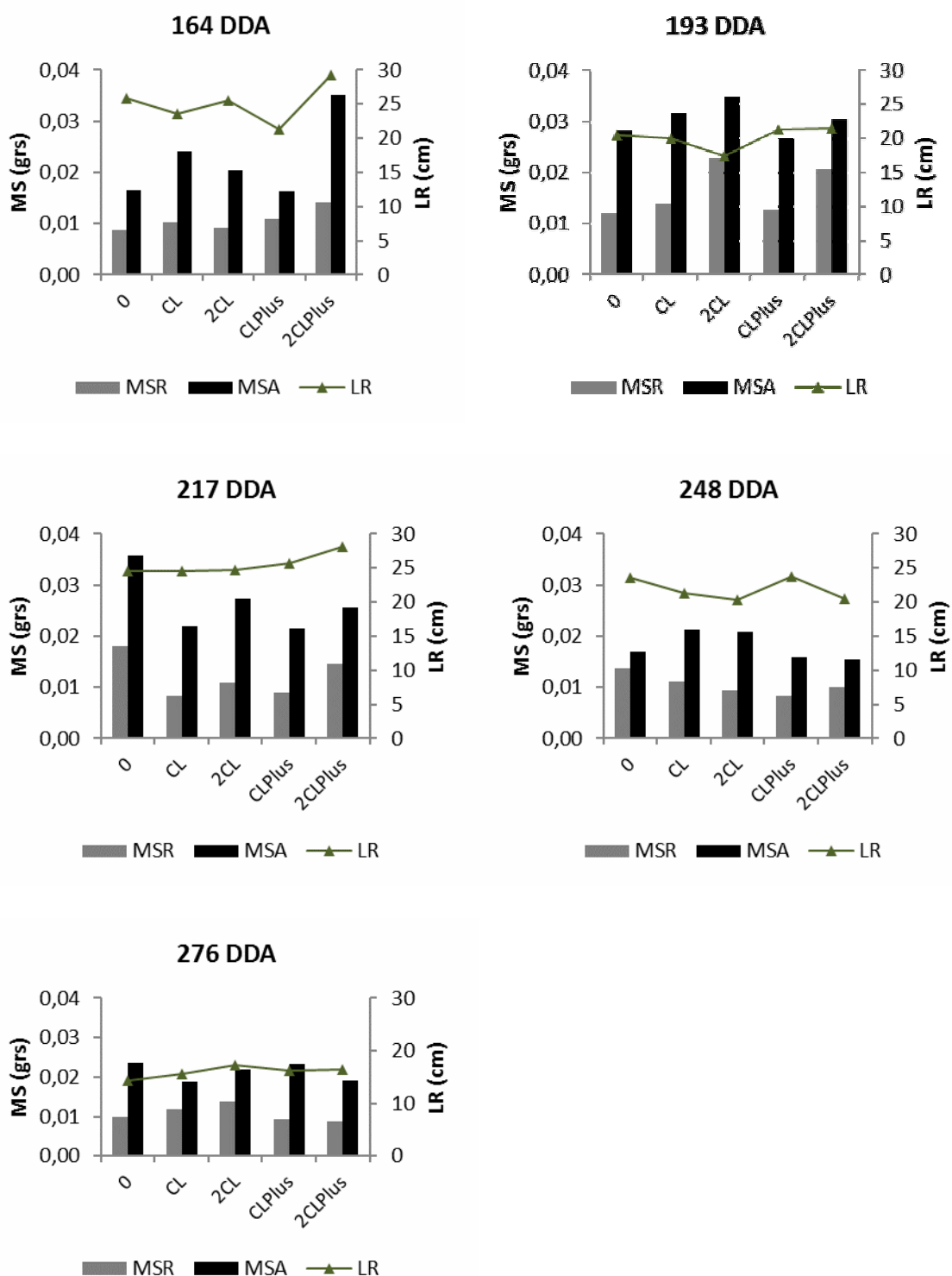


Figura 5: Resultados de materia seca área (MSA), materia seca radicular (MSR) y longitud de raíces (LR) para diferentes tratamientos y fechas de muestreo en los bioensayos de cebada.

Existen antecedentes que la aplicación de estos herbicidas aumenta la disponibilidad de nitratos y agua al fin de ciclo de girasol, lo cual asegura la

disponibilidad para los cultivos siguientes. En este ensayo el contenido de nitratos fue afectado por la lluvia caída previo a la cosecha del girasol, lo que pudo haber uniformizado su disponibilidad en el primer muestreo ya que los niveles fueron similares y altos en todos los tratamientos.

Tabla 2: Contenido de nitratos en el suelo (ppm) en las diferentes fechas de muestreo.

	0X	CL	2CL	CLPlus	2CLPlus
164 DDA	115,42	129,90	126,3	125,20	111,10
193 DDA	124,37	99,97	107,6	115,79	115,02
217 DDA	121,22	177,8	172,09	179,12	149,08
248 DDA	124,82	273,27	281,32	204,52	157,37
276 DDA	31,40	51,78	49,56	55,34	44,85

Estos resultados abren varios interrogantes, por un lado la metodología de bioensayos debería considerar no sólo las capas superficiales del suelo sino también las capas subsuperficiales. Siendo las imidazolinonas susceptibles a lixiviar puede haber una acumulación subsuperficial de residuos que son alcanzados por las raíces en estadíos fenológicos más avanzados que los considerados por los bioensayos. Por otro lado, existen antecedentes referidos al *carryover* de imazamox en relación a las interacciones que se dan en el proceso de adsorción/desorción y el pH del suelo. Bresnahan et al. (2000) encontraron que la biodisponibilidad de imazamox difiere con el pH del suelo afectando el proceso de adsorción-desorción. Si bien, el coeficiente de adsorción aumentó según decrece el pH (mayor proporción de imazamox con comportamiento catiónico) también fueron mayores los coeficientes de desorción aumentando la fitotoxicidad sobre el cultivo de remolacha azucarera dada una mayor biodisponibilidad del compuesto. Para comprender el comportamiento de las

imidazolinonas en el suelo estudiado los experimentos deberían ser complementados con ensayos de laboratorio que permitan explicar los procesos de adsorción/desorción que se dan al pH del suelo en cuestión.

CONCLUSIONES

El ensayo de campo demostró que la cebada es la especie más sensible de las analizadas a los residuos de imazamox + imazapir en el suelo. La producción de biomasa se vio más afectada que el rendimiento. Los resultados obtenidos con esta metodología de bioensayos ponen de manifiesto la escasa utilidad que poseen como herramienta de diagnóstico, mostrando un comportamiento poco claro en los resultados, que fueron sumamente erráticos. Los estudios de carryover deberían ser complementados con estudios de adsorción/desorción para entender la dinámica de las imidazolinonas en los suelos de interés.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los profesionales de la EEA Anguil, Ing. Francisco Jose Babinec e Ing. Carolina Porfiri por la colaboración prestada durante el transcurso del trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- Ball, D. A; J. P. Yenish, and T. Alby III. 2003. Effect of imazamox soil persistence on dryland rotational crops. *Weed technol.* 17:161-165.
- Bresnahan, G., Dexter., A., Koskinen, W., Lueschen, W. 2002. Influence of soil pH-sorption interacciones and carry-over of fresh and aged soils residues of imazamox. *Weed Research.* 42: 45-51.
- CASAFE, 2005 Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes.

- Gianelli, V., Porfiri, C., Bedmar, F., Montoya, J.C., Costa, J.L., Zelaya, M. 2011. Persistence and adsorption of imazapyr in a Haplustol Entic soil. LAPRW 2011. Book Abstract. 234.
- Hance, R.J. and Holly, K. 1990. Weed control handbook principles. 8° ed. Blackwell scientific publications. Oxford London Edinburgh. Boston Melbourne. 582 p.
- IUPAC, 2012. International Union of Pure and Applied Chemistry. Global availability of information on agrochemicals. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/1027.htm>
- Johnson, D.H; D.L. Shaner, J. Deane, L.A Mackersie, and G. Tuxharm. 2000. Time dependent adsorption of imazethapyr to soil. *Weed Sci.* 48:769-775
- Kah, M. and Brown, C. D. 2006. Adsorption of ionisable pesticides in soils. *Rev Environ Contam Toxicol.* 188:149-217
- Loux, M.M and Reese, K.D. 1992 Effect of soil Ph on adsorption and persistence of imazaquin. *Weed Sci.* 40: 490-496
- Mangels, G , 1991. Behavior of the imidazolinone herbicides in soil – a review of de literature. Chpt 16 in *The Imidazolinone Herbicides*, DL. Shaner and S. L. O' Connor, eds.
- O'Sullivan, J. 2005. Development of a grower- friendly bioassay to determine the potential effect of imazethapyr residues in soil on vegetables crops. *En soil Residual Herbicides: Science and Mnagement. Topics in Canadian Weed Science.* Vol. 3.
- Roberts, T. 1998. Imidazolinones..En *Metabolic Pathways of agrochemicals. Herbicides and Plant Growth Regulators. Part One.* 351-375 pp.
- Shaner, D.L. y R Hornford. 2005. Soil interactions of imidazolinone herbicides used in Canada. *En soil Residual Herbicides: Science and Mnagement. Topics in Canadian Weed Science.* Vol. 3, (Ed. R.C. Van Acker). Pp. 23-30.

- Ulbrich, A.V., Souza, J.R.P., Shaner D. 2005. Persistence and Carryover Effect of Imazapic and Imazapyr in Brazilian Cropping Systems. *Weed Technology*. 2005. Volume 19:986–9
- Van Wyk L.J. y C.F. Reinhardt. 2001. A Bioassay Technique Detects imazetapyr Leaching and Liming-Dependent Activity. *Weed Tecnology*.15:1-6.
- Watson, P.R. y S Checkel. 2005. Soil residual herbicide bioassay: Science and practice. En *Soil Residual Herbicides: Science and Mnagement*. Topics in Canadian Weed Science. Vol.3.(Ed.R.C. Van Acker). Pp.71-79.
- Weber, J.B. 1994. Properties and behavior of pesticides in soil. In: Honeycutt, R.C. and Schabacker, D.J. eds. *Mechanisms of pesticides Movement into Ground water*. CRC Pess, Inc 2000 Corporate Blvd., N. W. Boca Raton, Fl, USA, pp. 15-41.