

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL HERBICIDA AMICARBAZONE UTILIZADO EN LA CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR CON RIESGO DE "CARRYOVER" PARA EL CULTIVO DE SOJA (GLYCINE MAX)

Pedro Jacob Christoffoleti¹
Marcelo Nicolai²
Acácio Gonçalves Netto³
Marcelo Rafael Malardo⁴
Danilo Carvalho Pereira Silva⁵
Marvin Martinez⁶

¹Profesor Asociado, Universidad de São Paulo – ESALQ/USP, ²Investigador Agrocon Asesoría Agronómica, ³Doctorado, Universidad de São Paulo – ESALQ/USP, ⁴ Maestría, Universidad de São Paulo – ESALQ/USP, ⁵ Graduando, Universidad de São Paulo – ESALQ/USP, ⁶ Maestría Universidad Galileo de Guatemala, Gerente de cultivo caña y Productos herbicidas Arysta Life Science México.

RESUMEN

La rotación de cultivos es una práctica cada vez más usual en la cultura de la caña de azúcar en Brasil, sin embargo, hay pocos trabajos estudiando el efecto de "carryover" de algunos herbicidas de largo efecto residual en el cultivo de la soja en rotación. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la posibilidad de llevar a cabo el herbicida Dinamic (amicarbazone) sobre el cultivo de soja (*Glycine max*). El experimento fue instalado en el municipio de Santa Bárbara D'Oeste, en el Estado de São Paulo, Brasil, de septiembre de 2012 a marzo de 2015. Los tratamientos fueron: amicarbazone a 350, 700 y 1050 g / ha y tebuthiuron a 1000 g / ha se aplicó seis meses antes de la siembra de la soja, así como amicarbazone a 700, 1050 y 1400 g / ha y tebuthiuron a 1600 g / ha, aplicado una y dos años antes de la siembra de la soja, así como el testigo sin aplicación. El suelo era arenoso, sin cultivo de caña de azúcar, y la siembra de la soja fue mecanizada. El delineamiento experimental adoptado fue de bloques al azar, cuatro repeticiones. La soja utilizada era tolerante al glifosato, siembra en octubre de cada año. Las evaluaciones de fitotoxicidad visual (%) se efectuaron a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días después de la germinación del cultivo (DAG). Se evaluaron el stand de la cultura y la altura de las plantas a los 21 y 42 DAG, además de la cosecha de grano. En las condiciones en que el experimento fue conducido, se concluye que el herbicida amicarbazone presenta carryover para cultivo de la soja cuando se aplica hasta 7 meses antes de la siembra del cultivo, en suelo arenoso, a las dosis de 1,0 y 1,5 Kg ha⁻¹. La dosis de 2,0 Kg ha⁻¹ muestra carryover incluso 12 meses después de la aplicación para el cultivo de la soja. No hubo influencia de la aplicación anual del producto sobre el carryover para cultivo de la soja, independientemente de la dosis.

ABSTRACT

Crop rotation is an increasingly common practice in sugarcane cultivation in Brazil, however, there are few studies studying the effect of carryover of some sugarcane herbicides with long residual effect on soybean rotation. Thus, this research had the objective of evaluating the possibility of carryover of the herbicide amicarbazone on the soybean crop (*Glycine max*). The experiment was carried out in the municipality of Santa Bárbara D'Oeste, State of São Paulo, Brazil, from September 2012 to March 2015.

The treatments were: amicarbazone at 350, 700 and 1050 g/ha, applied one and two years before soybean planting and amicarbazone at 700, 1050 and 1400 g/ha and tebuthiuron at 800 g/ha applied one semester prior to soybean, as well as the control without application. The soil was sandy, without sugar cane cultivation, and soybean sowing was mechanized. The experimental design was a randomized block design with four replications. The soybean used was tolerant to glyphosate, cultivar BMX Power RR, with sowing in October of each year. The visual phytotoxicity evaluations (%) were carried out at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after germination of the crop (DAG). The crop stand, and the height of the plants were evaluated at 21 and 42 DAG. At the end of the crop cycle the plots were harvested. Under the conditions in which the experiment was conducted, it is concluded that the herbicide amicarbazone presents carryover for soybean cultivation when applied up to 7 months before sowing the crop in sandy soil at the doses of 1.0 and 1.5 kg/ha. The dose of 2.0 kg/ha shows carryover even 12 months after application to the soybean crop. There was no influence of the annual application of the product on the carryover for soybean cultivation, regardless of the dose.

INTRODUCCIÓN

Con el constante aumento de las perspectivas del uso del alcohol en mezcla con gasolina en diversos países del globo, asociado al liderazgo brasileño en el escenario mundial de producción de azúcar de caña de azúcar, esta cultura juega un papel cada vez más importante en el escenario agrícola (DINARDO-MIRANDA et al., 2008). Sin embargo, esta importante cultura sufre con la influencia de factores edafoclimáticos, así como con el ataque de plagas y enfermedades, además de la interferencia de las plantas dañinas (PROCÓPIO et al., 2003). Las plantas dañinas pueden reducir la productividad del cultivo de caña de azúcar en varios niveles, siendo que la literatura tiene datos sobre malas hierbas importantes como la tiririca (*Cyperus rotundus*) entre el 20% (KUYA et al., 2000) y el 45% (KEELEY, 1987) de reducción, el capim-braquiaria (*Brachiaria decumbens*) con un 82% de reducción de productividad de colmos (KUYA et al., 2001), el complejo capim-braquiaria (*Brachiaria decumbens*) y capim-colonión (*Panicum maximum*), con potencial de reducción de productividad total hasta un 40% (KUYA et al., 2003) y la cuerda de viola (*Ipomoea hederifolia*) con potencial de reducción del número final de colmos y de productividad de 34% y 46%, respectivamente (SILVA et al., 2009). Las plantas dañinas provocan una serie de daños secundarios a la caña de azúcar como el descenso en la longevidad del cañaveral, caída en la calidad industrial de la materia prima y dificultad en las operaciones de cosecha y transporte (AZANIA et al., 2006; PROCÓPIO et al., 2003).

El control de las plantas dañinas en las áreas cañaverales corresponde a gran parte del costo final de producción del cañaveral (FERREIRA et al., 2010). Para ello se utilizan compuestos químicos denominados herbicidas, que deben ser utilizados de acuerdo con el tipo de infestación, momento fenológico del cultivo y características ligadas al suelo y al clima del lugar de uso (OLIVEIRA JR et al., 2011; PROCÓPIO et al., 2003).

En caña de azúcar las características físico-químicas de los herbicidas son muy importantes en función de la necesidad del uso de herbicidas en pre-emergencia y con efecto residual de larga duración, a fin de utilizar esos agroquímicos en períodos con alta disponibilidad de agua, como también en la época seca del año (CHRISTOFFOLETI et al., 2009). El tipo de suelo, con relación a los parámetros materia orgánica y arcilla, principalmente, interactúan con la susceptibilidad de las plantas dañinas a los herbicidas, para definir la dosis correcta para el manejo químico de estas malas hierbas (OLIVEIRA JR et al., 2011; FERREIRA et al., 2003). Y en el caso de las mujeres. El uso de herbicidas en post-emergencia complementa el control en pre-emergencia (PROCÓPIO et al., 2003).

El desarrollo de moléculas herbicidas con largo efecto residual posibilitó tanto el control efectivo de malas hierbas por mayor período de tiempo como la reducción del número de aplicaciones. Sin embargo, esta residualidad ha provocado fitotoxicidad en cultivos sensibles plantados después de la utilización de estos herbicidas (carry) (PIRES et al., 2003). Además, con el uso de herbicidas de largo residual en el suelo hay

mayor probabilidad de ocurrencia de lixiviación de sus moléculas originales o de sus metabolitos para capas más profundas en el perfil del suelo, con la consiguiente contaminación del acuífero subterráneo (BELO et al., 2006).

En el caso de los herbicidas que presentan un largo residual en el suelo, se destaca el tebuthiuron, N {5-(1,1-dimetiltil)-1,3,4-tiadiazol-2-il}-n, n'-dimetiluréa, recomendado para uso en pre-emergencia en el cultivo de la caña de azúcar (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011). Su persistencia en el suelo puede variar de 11 a 14 meses (BLANCO & OLIVEIRA, 1987), de 15 a 25 meses (MEYER & BOVEY, 1988) o incluso extenderse hasta 7,2 años (EMMERICH et al., 1984). El producto presenta elevada movilidad en suelos con bajos niveles de arcilla y de carbono orgánico, siendo, por lo tanto, fuente potencial para la contaminación de los acuíferos, principalmente como resultado de aplicaciones secuenciales a lo largo de los años, en la misma área (CERDEIRA et al., 1999).

El ingrediente activo herbicida presente en la composición del herbicida Dinamic es el amicarbazone. El herbicida amicarbazone posee el mecanismo de acción de los inhibidores de fotosíntesis (triazolinonas, Grupo C1), que presenta como local de acción el fotosistema II, en la fase luminosa de la fotosíntesis, por lo tanto, en los cloroplastos. Una planta es susceptible a los herbicidas inhibidores de la fotosíntesis si el herbicida se acoplan al compuesto QB componente del sistema fotosintético y, así, imposibilitar la ocurrencia del transporte del electrón hasta la plastoquinona. De esta forma no existe la producción de ATP, pues el transporte de electrones es interrumpido, así como la producción de NADPH₂ (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011; CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

El amicarbazone presenta una solubilidad elevada en agua (4600 mg L⁻¹ a una temperatura de 25 °C y pH entre 4 y 9), de baja a moderada capacidad de adsorción en el suelo ($K_{oc} = 23$ a 37), siendo clasificado por el IBAMA como herbicida de movilidad alta en la tierra (OLIVEIRA, 2010). El amicarbazone presenta una imagen de degradación despreciable y una presión de vapor de $0,975 \times 10^{-8}$ mm Hg ($1,3 \times 10^{-6}$ Pa) a una temperatura de 20 °C lo que lo caracteriza como un herbicida prácticamente no volátil (CHRISTOFFOLETI et al., 2009). La degradación es principalmente a través de disipación, atribuida a la degradación microbiana. La vida media es de 3 a 6 meses (hasta 180 días), dependiendo de las condiciones de suelo y clima, de la dosis, tipo y textura del suelo, contenido de materia orgánica y cantidad de lluvias (CAVENAGHI et al., 2006).

En el presente trabajo se analizaron los resultados obtenidos en el análisis de los resultados obtenidos en el análisis de los resultados obtenidos, su fácil disponibilidad en los momentos en que las plantas dañinas encuentran condiciones para germinar, sin embargo, aunque sean mínimas las condiciones de humedad el herbicida permanece disponible.

Tales características hacen del amicarbazone un potencial agente de carryover si el cultivo en secuencia es sensible a este producto (OLIVEIRA Jr. et al., 2011). Para CAMPOS et al (2009) el amicarbazone es un latifolicida por excelencia y eso indica posibilidad de carryover para cultivo de la soja.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la posibilidad de llevar a cabo el herbicida Dinamic (amicarbazone) sobre el cultivo de soja (*Glycine max*), en tres años consecutivos bajo suelo arenoso, para evitar problemas de esta cultura en la rotación con caña de azúcar.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo fue instalado en el área de la estación experimental de Agrocon Asesoría Agronómica LTDA, en el municipio de Santa Bárbara D'Oeste, Estado de São Paulo, en suelo de textura arenosa, durante el período de septiembre de 2012 a marzo de 2015. El local del proyecto, el ensayo tiene las siguientes coordenadas geográficas: latitud $22^{\circ} 48' 44,31''$ S y la longitud $47^{\circ} 28' 45,22''$ O y situada en altitud de 605 m respecto al nivel del mar.

Tabla 1. Resultados de los análisis químicos y granulométricos del suelo del ensayo de carryover de amicarbazone en soja RR. Santa Bárbara D'Oeste, SP, 2012/14

PH	M.O.	Análisis Químico del Suelo							Análisis granulométrico				
		P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V%	Arena (%)	Limo (%)	Acilla (%)	CT**
CaCl ₂	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³						mmolc. dm ⁻³					
4,8	0,9	8	8,9	8,4	11,5	23	28,2	51,2	55	79,4	10,2	10,4	are

*A - area total (ate 2,00 mm)

** CT - Clase de Textura - (are = arenoso abajo del 15% de arcilla)

El sistema de plantación utilizado en todos los años fue el de siembra directa, con siembra realizada mecánicamente en líneas espaciadas de 0,50 m. La fertilización de plantío consistió en la aplicación de 300 kg ha⁻¹ de la formulación NPK 08:28:16. Los productos fitosanitarios utilizados en el tratamiento de las semillas y durante la conducción del experimento siguieron las recomendaciones de las buenas prácticas agronómicas. La variedad de soja genéticamente modificada tolerante al glifosato utilizada en todos los años fue la BMX Potencia RR. Para el control de gatita (*D. speciosa*), se utilizó Karate (Lambda-cyhalothrin) a 300 ml ha⁻¹ y para el control de óxido-asiática (*P. pachyrhizi*) se utilizó el fungicida Opera (Epoconazol) a 600 ml ha⁻¹. Para el control de plantas dañinas se utilizó el herbicida Roundup Ready a 2,0 L ha⁻¹. En la cosecha 2013/2014 ocurrieron dos irrigaciones de 30 mm en el área del ensayo, una a 28/01/2014 y otra en 07/02/2014. Las principales fechas referentes al desarrollo del cultivo de soja RR figuran en el cuadro 2

Cuadro 2. Fechas referentes al cultivo de soja en dos años de ensayo.

AÑO	SIEMBRA	EMERGENCIA	COSECHA
2012/2013	16/10/12	19/10/12	18/03/13
2013/2014	14/10/13	19/10/13	17/03/14
2014/2015	12/10/14	18/10/14	01/03/15

Las evaluaciones se efectuaron a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra del cultivo de soja (DAS), en cada año agrícola. Las evaluaciones de fitotoxicidad para la cultura adoptaron el criterio del porcentaje de control a través de escala visual, donde cero representa ausencia de síntomas y 100% muerte de las plantas de soja, siendo los valores intermedios proporcionales a los daños visuales observados, conforme propuesto por SBCPD, 1995 De acuerdo con la normativa vigente en materia de protección del medio ambiente y de la protección del medio ambiente.

Los tratamientos herbicidas se aplicaron a través de un pulverizador costal presurizado con CO₂, a una presión constante de 2,0 bar, equipado con seis boquillas del tipo abanico XR 11002, espaciados a 0,5 m aplicando un volumen de caldera correspondiente a 200 L ha⁻¹. La aplicación se dio en pre-emergencia, en área total, bajo suelo desnudo. Las mediciones de temperatura, humedad relativa y viento se realizaron con el aparato termo hidro anemómetro Kestrel 3000. En la aplicación se utilizó un pulverizador manual manual, a presión constante presurizado con CO₂, de forma dirigida a las entrelíneas del cañaverl. Los datos meteorológicos del período del ensayo se detallan en el ANEXO I. Las parcelas medían 70 m² (7 m

x 10 m), donde se asignaban 4 calles de cultivo, siendo que el área útil eran las dos líneas centrales, en los 8 metros centrales. Los datos referentes a las diferentes aplicaciones ocurridas en las áreas constan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Fechas, horarios y condiciones meteorológicas de la aplicación de los tratamientos herbicidas. Santa Bárbara D'Oeste, SP, 2012/2014

Data	Horario	Temp. ar (°C)	U.R. ar (%)	Viento (km/h)	Luminosidad
16/04/12	08:30 - 10:30	27,1	78,8	5,5 a 7,4	Cielo despejado
15/10/12	11:30 -13:00	31,2	81,5	6,5 a 8,1	Cielo entreabierto
15/04/13	16:40 - 17:30	29,9	58,8	4,5 a 8,1	Cielo despejado
14/10/13	15:20 - 16:25	31,1	61,4	3,6 a 4,9	Cielo despejado
15/04/14	09:40 - 10:45	29,9	64,4	5,5	Cielo despejado

Los tratamientos herbicidas, con sus respectivas dosis aplicadas, constan en la Tabla 1, donde se puede ver la cantidad de ingrediente activo y de producto comercial de cada tratamiento utilizado.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el experimento de carryover de amicarbazone en soja RR, con las respectivas dosis de ingrediente activo y producto comercial. Santa Bárbara D'Oeste, SP, 2012/2014

Tratamientos		Dosis del herbicida	
Ingrediente activo	FRECUENCIA	p.c. (Kg ha ⁻¹) ¹	i.a. (g ha ⁻¹) ²
01. Testigo sin aplicación	-	-	-
02. Dinamic (amicarbazone)	SEMESTRE 12 e 13	0,5	350
03. Dinamic (amicarbazone)	SEMESTRE 12 e 13	1,0	700
04. Dinamic (amicarbazone)	SEMESTRE 12 e 13	1,5	1050
05. Lava (Tebuthiuron)	SEMESTRE 12 e 13	1,0	800
06. Dinamic (amicarbazone)	SEMESTRE 12, 13 e 14	0,5	350
07. Dinamic (amicarbazone)	SEMESTRE 12, 13 e 14	1,0	700
08. Dinamic (amicarbazone)	SEMESTRE 12, 13 e 14	1,5	1050
09. Lava (Tebuthiuron)	SEMESTRE 12, 13 e 14	1,0	800
10. Dinamic (amicarbazone)	ANUAL 2012	1,0	700
11. Dinamic (amicarbazone)	ANUAL 2012	1,5	1050
12. Dinamic (amicarbazone)	ANUAL 2012	2,0	1400
13. Lava (Tebuthiuron)	ANUAL 2012	2,0	1600
14. Dinamic (amicarbazone)	ANUAL 2013	1,0	700
15. Dinamic (amicarbazone)	ANUAL 2013	1,5	1050
16. Dinamic (amicarbazone)	ANUAL 2013	2,0	1400
17. Lava (Tebuthiuron)	ANUAL 2013	2,0	1600

1, p. (Kg ha-1) = dosis del herbicida en producto comercial (Kg ha-1); 2 i.a. (g ha-1) = dosis del herbicida ingrediente activo (g ha-1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en la Tabla 2, el cultivo de la soja RR, cultivar BMX Potencia RR, presentó diversos síntomas de fitointoxicación derivados de la aplicación de los tratamientos herbicidas de Dinamic (amicarbazone) entre 0,5 y 1,5 Kg ha⁻¹ aplicado seis meses antes de la siembra (Semestre 12), Lava (tebuthiuron) a 1,0 Kg ha⁻¹ aplicado seis meses antes de la siembra (Semestre 12), Dinamic (amicarbazone) entre 1,0 y 2,0 Kg ha⁻¹ aplicado poco después (ANUAL 2012), Lava (tebuthiuron) a 2,0 Kg ha⁻¹ aplicado inmediatamente después de la siembra (ANUAL 2012).

Tabla 2. Resultados de fitotoxicidad a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra de la soja RR (DAS) y producción (t ha⁻¹) al término del ciclo del cultivo para la cosecha 2012 / 2013. Santa Bárbara D'Oeste, SP. 2012/2013

Tratamientos*	Dosis P.C. ¹ (Kg ha ⁻¹)	Soja RR (BMX Potencial RR)				p ³ t ha ⁻¹
		Evaluación de fitotoxicidad (%)				
		15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT	
01. Testigo sin aplicación	-	0,0 f	0,0 g	0,0 e	0,0 e	3,95 a
02. Dinamic SEMESTRE 12	0,5	0,0 f	0,0 g	0,0 e	0,0 e	2,88 b
03. Dinamic SEMESTRE 12	1,0	25,0 e	27,5 f	32,5 d	25,5 d	1,65 c
04. Dinamic SEMESTRE 12	1,5	55,0 c	52,5 d	55,0 c	57,5 c	1,25 c
05. Lava SEMESTRE 12	1,0	45,0 d	42,5 e	65,5 b	62,5 c	1,14 cd
10. Dinamic ANUAL 12**	1,0	55,0 c	62,5 c	75,0 a	71,5 bc	0,58 e
11. Dinamic ANUAL 12**	1,5	75,0 b	80,0 b	80,0 a	80,0 a	0,65 de
12. Dinamic ANUAL 12**	2,0	90,0 a	92,5 a	80,0 a	80,0 a	0,38 e
13. Lava ANUAL 12**	2,0	85,0 a	82,5 b	77,5 a	75,5 a	0,41 e
DMS²		6,15	7,18	6,84	8,77	0,651

* Lista de tratamientos resumida y no secuencial en virtud de la naturaleza de las fechas de aplicación de los tratamientos herbicidas; ** Aplicación después de la siembra. 1 producto comercial; 2 diferencia mínima significativa; 3 producción en toneladas de granos secos por hectárea. Las medias de porcentaje seguidas de la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí al nivel del 5% para la prueba de Tukey.

Los tratamientos arriba descritos no son recomendados para el cultivo de la soja (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011), tan poco el cultivo de la caña de azúcar permite tales simulaciones en función de su ciclo normal que cuenta con por lo menos un año de ocupación del suelo (AZANIA et al., 2006; PROCOPIO et al., 2003). Estos tratamientos tienen como función ser la base de la experimentación que viene en los dos próximos años del ensayo, así como comprobar que los ingredientes activos amicarbazone y tebuthiuron pueden perjudicar el desarrollo de la soja sembrada después de la ocupación del suelo con el cultivo de la caña de azúcar. En la mayoría de los casos, la mayoría de las personas que sufren de la enfermedad de Chagas, en el momento de la vacunación, se han reportado casos de intoxicación a la soja y los frijoles, cultivados en sucesión, después de la renovación de pasturas, por ejemplo (Carmo et al., 2008). OLIVEIRA JR. et al. (2011) y CHRISTOFFOLETI et al. (2009) citan el problema involucrando tebuthiuron y la cultura de soja.

Se observa que los tratamientos usados no son capaces de controlar totalmente la cultura de la soja, lo que sirve de información en cuanto al manejo de tigüeras de esta cultura en medio de cañaverales en instalación.

Tabla 3. Resultados de fitotoxicidad a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra de la soja RR (DAS) y producción (t ha⁻¹) al termino del ciclo del cultivo para la cosecha 2013 / 2014. Santa Bárbara D'Oeste , SP. 2013/2014

Tratamientos*	Dosis P.C. ¹ (Kg ha ⁻¹)	Soja RR (BMX Potencial RR)				P ³ t ha ⁻¹
		Evaluación de fitotoxicidad (%)				
		15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT	
01. Testigo sin aplicación	-	0,0 f	0,0 g	0,0 e	0,0 e	3,21 a
02. Dinamic SEMESTRE 12 e 13	0,5	32,5	30,5	25,5	18,2	1,59 c
03. Dinamic SEMESTRE 12 e 13	1,0	45,5	47,5	25,5	25,0	0,65 d
04. Dinamic SEMESTRE 12 e 13	1,5	50,0	52,5	47,5	45,0	0,48 de
05. Lava SEMESTRE 12 e 13	1,0	55,0	62,5	65,0	62,5	0,41 de
10. Dinamic ANUAL 12**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,25 a
11. Dinamic ANUAL 12**	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,15 a
12. Dinamic ANUAL 12**	2,0	15,0	17,5	10,0	15,0	2,36 b
13. Lava ANUAL 12**	2,0	25,0	22,0	21,8	20,0	1,54 c
14. Dinamic ANUAL 13***	1,0	75,0	71,5	72,5	73,2	0,15 e
15. Dinamic ANUAL 13***	1,5	82,5	85,0	87,5	81,8	0,18 e
16. Dinamic ANUAL 13***	2,0	90,0	91,2	87,5	85,0	0,11 e
17. Lava ANUAL 13***	2,0	75,0	85,0	80,0	84,0	0,44 de
DMS²		7,11	7,15	8,48	9,15	0,718

Lista de tratamientos resumida y no secuencial en virtud de la naturaleza de las fechas de aplicación de los tratamientos herbicidas; ** Aplicado hace 12 meses; *** Aplicación después de la siembra. 1 producto comercial; 2 diferencia mínima significativa; 3 producción en toneladas de granos secos por hectárea. Las medias de porcentaje seguidas de la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí al nivel del 5% para la prueba de Tukey.

Una vez más se observaron diversos síntomas fitotóxicos provenientes del residuo de los tratamientos herbicidas Dinamic (amicarbazone) entre 0,5 y 1,5 Kg ha⁻¹ y Lava (tebuthiuron) a 1,0 Kg ha⁻¹ aplicados seis meses antes de la siembra, añadido la misma dosis ya aplicado durante 18 meses (la mitad 12 y 13), Dynamic (amicarbazona) entre 1,0 y 2,0 kg ha⁻¹ y lava (tebutiurón) a 2,0 kg ha⁻¹ aplicado hace 12 meses (ANUAL 2012), y Dinamic (amicarbazone) entre 1,0 y 2,0 Kg ha⁻¹ y Lava (tebuthiuron) a 2,0 Kg ha⁻¹ aplicados luego de la siembra (ANUAL 2013).

En las situaciones donde se aplicó el amicarbazone, en la dosis, comercial de 1,0 y 1,5 Kg ha⁻¹, doce meses antes de la siembra de la soja RR, cultivar BMX Potencia RR, en suelo arenoso, no se observaron síntomas fitotóxicos para la cultura y su producción se consideró normal. Cuando en la misma condición se utilizó el Dinamic (amicarbazone) a 2,0 Kg ha⁻¹ y el patrón del ensayo Lava (tebuthiuron) a 2,0 Kg ha⁻¹ se observaron síntomas de intoxicación y reducción de productividad, aunque los síntomas han sido menos intensos que en las otras situaciones simuladas o incluso menos intenso para amicarbazone que para tebuthiuron. Esta observación contribuye a la recomendación de Dinamic (amicarbazone) entre 1,0 y 1,5 Kg ha⁻¹ de producto comercial en la última soja de caña de azúcar, incluso en suelo arenoso.

Cuando la aplicación de los tratamientos de Dinamic (amicarbazone) entre 1,0 y 2,0 Kg ha⁻¹ de producto comercial se produjo poco después de la siembra de la soja, una vez más se produjeron graves daños a la cultura y

el compromiso total de la producción, aunque no haya matado todas las plantas de soja de las áreas evaluadas.

En la simulación de aplicaciones semestrales de Dinamic (amicarbazone) entre 0,5 y 1,5 Kg ha⁻¹ y Lava (tebuthiuron) a 1,0 Kg ha⁻¹ se observaron daños más intensos que en la cosecha 2012/2013 lo que sugiere que alguna parte de los productos aplicados hace dieciocho meses aún se sumó la parte aplicada hace seis meses causando injurias y reducción de productividad a la cultura de soja RR. La dosis de Dinamic (amicarbazone) 1,5 Kg ha⁻¹ y el patrón Lava (tebuthiuron) a 1,0 Kg ha⁻¹ fueron los más agresivos en esta modalidad lo que apunta a un efecto recarga ocurrido en el suelo en función de las medias vidas de los herbicidas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011; CHRISTOFFOLETI et al., 2009).

Tabla 4. Resultados de fitotoxicidad a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra de la soja RR (DAS) y producción (t ha⁻¹) al termino del ciclo del cultivo para la cosecha 2014 / 2015. Santa Bárbara D'Oeste , SP. 2014/2015

Tratamientos*	Dosis P.C. ¹ (Kg ha ⁻¹)	Soja RR (BMX Potencial RR)				p ³ t ha ⁻¹
		Evaluacion de fitotoxicidad (%)				
		15 DAT	30 DAT	45 DAT	60 DAT	
01. Testigo sin aplicacion	-	0,0 f	0,0 e	0,0 e	0,0 e	3,08 a
02. Dinamic SEMESTRE 12 e 13	0,5	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e	2,98 a
03. Dinamic SEMESTRE 12 e 13	1,0	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e	3,15 a
04. Dinamic SEMESTRE 12 e 13	1,5	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e	2,84 a
05. Lava SEMESTRE 12 e 13	1,0	21,1 c	15,5 c	15,0 c	12,5 d	2,56 b
06. Dinamic SEMESTRE 12, 13 e 14	0,5	25,0 c	27,5 a	22,0 b	20,0 c	1,68 c
07. Dinamic SEMESTRE 12, 13 e 14	1,0	30,5 b	31,2 a	35,5 a	37,5 a	1,88 bc
08. Dinamic SEMESTRE 12, 13 e 14	1,5	25,5 bc	30,0 a	32,5 a	30,0 ab	1,54 c
09. Lava SEMESTRE 12, 13 e 14	1,0	40,0 a	25,0 b	25,0 b	27,5 b	1,12 c
10. Dinamic ANUAL 12**	1,0	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e	3,15 a
11. Dinamic ANUAL 12**	1,5	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e	3,25 a
12. Dinamic ANUAL 12**	2,0	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e	3,07 a
13. Lava ANUAL 12**	2,0	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e	2,82 a
14. Dinamic ANUAL 13***	1,0	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e	3,26 a
15. Dinamic ANUAL 13***	1,5	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e	2,79 a
16. Dinamic ANUAL 13***	2,0	15,0 d	11,5 c	12,5 c	12,5 d	2,54 b
17. Lava ANUAL 13***	2,0	25,5 bc	27,5 a	15,0 c	15,0 d	2,11 b
DMS²		5,48	5,25	6,18	6,08	0,624

Lista de tratamientos resumida y no secuencial en virtud de la naturaleza de las fechas de aplicación de los tratamientos herbicidas; ** Aplicado hace 12 meses; *** Aplicación después de la siembra. 1 producto comercial; 2 diferencia mínima significativa; 3 producción en toneladas de granos secos por hectárea. Las medias de porcentaje seguidas de la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí al nivel del 5% para la prueba de Tukey.

De forma bastante consolidada los tratamientos de Dinamic (amicarbazone) entre 1,0 y 2,0 Kg ha-1 y Lava (tebuthiuron) a 2,0 Kg ha-1 aplicados veinticuatro meses antes de la siembra (ANUAL 12) no mostraron síntomas de fitointoxicación, tan poco hubo reducción de productividad para cualquiera de estos tratamientos. Incluso el tebuthiuron, conforme a la recomendación de bula, no influyó en la productividad de la soja RR (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

Para la situación de aplicación de los tratamientos de Dinamic (amicarbazone) entre 1,0 y 2,0 Kg ha-1 y Lava (tebuthiuron) a 2,0 Kg ha-1, doce meses antes de la siembra de la soja RR (ANUAL 13) , cultivar BMX Potencia RR, en suelo arenoso, se repitió los resultados observados en la cosecha 2013/2014, corroborando que las dosis de Dinamic (amicarbazone) a 1,0 y 1,5 Kg ha-1 no causan daños a la soja, poco la producción de la misma. La dosis de Dinamic (amicarbazone) a 2,0 Kg ha-1, al menos en el suelo arenoso, es prohibitiva en la última sopa de caña de azúcar.

La cuestión del efecto recarga del amicarbazone observada en la cosecha 2013/2014, quedó clara en la cosecha 2014/2015. Así, incluso la aplicación de 500 g ha-1 Dinamic (amicarbazone) por tres cosechas seguidas y capaz de injuriar el cultivo de la soja de forma intensa, incluso con reducción de productividad. No hay como saber la cuestión de cantidad de producto efectiva en el suelo más los resultados son indicativos de que menos de seis meses de intervalo entre aplicación y siembra de la soja es dañina el cultivo en sucesión. Si ya se ha aplicado amicarbazone en el área, se debe redoblar la atención

CONCLUSIÓN

En las condiciones en que se realizó el ensayo, se puede concluir que:

El herbicida Dinamic (amicarbazone) a 1,0 y 1,5 Kg ha-1, aplicado doce meses antes de la siembra del cultivo de soja RR, cultivar BMX Potencia RR, en suelo arenoso, no causa intoxicación a cultivo de soja, siendo más seguro que el patrón utilizado en el ensayo, Lava (tebuthiuron) a 2,0 Kg ha-1. Con doce meses de intervalo entre la última aplicación y la siembra del cultivo de la soja, los tratamientos herbicidas de Dinamic (amicarbazone) a 0,5 Kg ha-1 (2012) + 0,5 Kg ha-1 (2013); 1,0 kg ha-1 (2012) + 1,0 kg ha-1 (2013) y 1,5 kg ha-1 (2012) + 1,5 kg ha-1 (2013) son el cultivo de soja selectiva.

Con veinticuatro meses de intervalo entre aplicación y siembra del cultivo de la soja, la dosis de Dinamic (amicarbazone) a 2,0 Kg ha-1 es selectiva.

En la mayoría de los casos, la mayoría de las personas que sufren de la soja, no se sienten satisfechas.

El uso de amicarbazone y tebuthiuron como herbicidas para control de tigüeras de cultivo de soja RR, cultivar BMX Potencia RR, en suelo arenoso, no es eficaz que el anhelado sea un control superior al 80%.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AZÂNIA, C. A. M.; AZÂNIA, A. A. P. M.; FURTADO, D. E. Biologia e manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M.(Ed) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p 173 - 191.
- BELO, A. F. **Técnicas para fitorremediação de solo contaminado com herbicidas**. 2006, 56 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2006.
- BLANCO, J. G.; OLIVEIRA, D. A. Persistência de herbicidas em Latossolo Vermelho-Amarelo em cultura de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, p. 681-687, 1987.
- CAMPOS, L. H. F. et al. Suscetibilidade de *Ipomoea quamoclit*, *I. triloba* e *Merremia cissoides* aos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 831-840, 2009.
- CARMO, M.L. et al. Seleção de plantas para fitorremediação de solos contaminados com picloram. **Planta Daninha**, 26, n.2, p. 301-313, 2008.
- CAVENAGHI, A.L. et al. Performance do herbicida Dinamic aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25, 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCPD, 2006. p.330.
- CERDEIRA, A. L. et al. Herbicide and nitrate residues in surface and groundwater from sugarcane area in Brazil. **Boll. Chim. Farm.**, v. 138, n. 2, p. 131, 1999.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LOPEZ-OVEJERO, R. F.; CARVALHO, S. J. P.; DAMIN, V.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009. 72p.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LOPEZ-OVEJERO, R.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; MOREIRA, M. S.; VARGAS, L; CATANEO, A.C.; CARVALHO, J. C. **Aspectos da resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. 3ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2008.
- DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M.G. de A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 882 p, 2008.
- EMMERICH, W. E. et al. Fate and effectiveness of tebuthiuron applied to a rangeland watershed. **J. Environ. Qual.**, v. 13, p. 382-386, 1984.
- FERREIRA, E. A.; PROCÓPIO, S. O.; GALON, L.; FRANCA, A. C.; CONCENÇO, G. V.; SILVA, A. A.; ASPIAZU, I.; SILVA, A. F.; TIRONI, S. P.; ROCHA, P. R. R. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. **Planta daninha**, vol.28, n.4, pp. 915-925, 2010.
- GIMENES, R. Dinamic: O novo herbicida da Hokko do Brasil para cana-de-açúcar. **STAB**, v. 22, n. 4, p. 23-24, 2004.
- JAREMTCHUK, C. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R. S.; ALONSO, D. G.; ARANTES, J. G. Z.; BIFFE, D. F.; ROSO, A. C.; CAVALIERI, S. D. Efeito residual de flumioxazin sobre a emergência de plantas daninhas em solos de texturas distintas. **Planta daninha**, vol.27, n.1, pp. 191-196, 2009.
- KEELEY, P. E. Interference and interaction of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*) with crops. **Weed Technol.**, n.1, v.1, p. 74-81, 1987.
- KUVA, M. A. PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I - Tiririca. **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, p. 241-251, 2000.
- KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II - Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 323-330, 2001.
- KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III - Capim-

