

RESÍDUOS DE HERBICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DA SOJA SOBRE O MILHO CULTIVADO EM SUCESSÃO¹

HUGO DE ALMEIDA DAN^{2*}, LILIAN GOMES DE MORAES DAN², ALBERTO LEÃO DE LEMOS BARROSO³, ANTONIO MENDES DE OLIVEIRA NETO², NAIARA GUERRA²

RESUMO – O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de resíduos de herbicidas utilizados no manejo de plantas daninhas aplicados em pré e pós-emergência da cultura da soja, sobre o milho cultivado em sucessão. No experimento em campo foram instalados nove tratamentos (doses em kg ha⁻¹): imazaquin (0,161), diclosulam (0,035), sulfentrazone (0,600) e flumioxazin (0,050) em aplicações realizadas em pré-emergência, e *chlorimuron-ethyl* (0,015), imazethapyr (0,060), imazethapyr (0,100) e fomesafen (0,250) aplicados em pós-emergência da soja, mais uma testemunha (sem herbicida). Avaliou-se a fitointoxicação, a altura de plantas, o acúmulo de massa seca da parte aérea e o rendimento de grãos. Os resultados permitiram concluir que imazethapyr (0,1 kg ha⁻¹) e o diclosulam (0,035 kg ha⁻¹) causaram redução no rendimento da cultura do milho cultivado em sucessão. Os resíduos remanescente no solo dos demais herbicidas não foram suficientes para causar redução no rendimento da cultivar de milho 30K75Y em condições de cerrado.

Palavras-chaves: *Carryover*. *Zea mays*. *Glycine max*. Persistência.

RESIDUES OF HERBICIDES USED TO SOYBEAN ON CORN CROP IN SUCCESSION

ABSTRACT - The aim of this paper was to evaluate the persistence of herbicides in weed management in pre and post emergence soybean and evaluate its effects on corn grown in succession. In field experiments we adopted the randomized block design with four replications, being appointed nine treatments (doses in kg ha⁻¹): imazaquin (0.161 kg ha⁻¹), diclosulam (0.035 kg ha⁻¹), sulfentrazone (0.600 kg ha⁻¹) and flumioxazin (0.050 kg ha⁻¹) in pre emergence applications, and chlorimuron-ethyl (0.015 kg ha⁻¹), imazethapyr (0.060 kg ha⁻¹), imazethapyr (0.100 kg ha⁻¹) and fomesafen (0.250 kg ha⁻¹) applied post emergence soybean and a control without herbicide. Variables of phytotoxicity, plant height, dry matter accumulation of shoot and grain yield were evaluated. The results showed that imazethapyr (0.1 kg ha⁻¹) and diclosulam (0.035 kg ha⁻¹) caused a reduction in corn yield of 15.02% and 70.65% respectively. The residual activity was not sufficient to cause negative effect on grain yield for corn cultivar 30K75Y in the Cerrado region.

Keywords: *Carryover*. *Zea mays*. *Glycine max*. Bioactivity.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 06/04/2011; aceito em 23/08/2011.

Parte da Dissertação de mestrado em Produção Vegetal do primeiro autor.

²Discentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD), av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá - PR; halmeidadan@gmail.com; liliangmdan@yahoo.com.br; am.oliveiraneto@gmail.com; naiara.guerra@hotmail.com

³Professor da Faculdade de Agronomia da FESURV, Universidade de Rio Verde, Faz. Fontes do Saber, 104, 75901-970, Rio Verde - GO; all_barroso@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) se constitui em uma espécie de verão muito utilizada no Brasil, Estados Unidos e alguns países da África, devido a seu alto valor nutritivo, sendo bastante utilizado na alimentação humana (grãos) e animal (forragens e grãos) (DAHLBERG et al., 2004). No Brasil, principalmente no cerrado, devido à sua rusticidade e relativa tolerância ao inverno seco, o milho tem ganhado destaque principalmente como cultura de segunda safra, especialmente após o lançamento de híbridos de alto potencial produtivo, oriundos do melhoramento genético, sendo indicado como alternativa tanto para formação de palha para o sistema de plantio direto quanto para a produção de grãos e forragem (SANTOS et al., 2010; DAN et al., 2011a).

Herbicidas de maior persistência no solo apresentam maiores riscos de contaminação do ambiente, seja por lixiviação, volatilização e erosão. Vários autores relatam a complexidade do comportamento de herbicidas no solo (OLIVEIRA JR. et al., 2006; INOUE et al., 2008; OLIVEIRA JR. et al., 2011). De forma semelhante, os efeitos residuais de herbicidas aplicados à cultura da soja sobre culturas em sucessão têm sido relatados nas culturas do arroz, (AVILA et al., 2010; PINTO et al., 2011), algodão (GRICHAR et al., 2004), milho (ULBRICH et al., 2005; ARTUZI e CONTIEIRO, 2006), girassol (MEROTTO JR; VIDAL, 2001; BRIGHENTI et al., 2002), sorgo (SILVA et al., 1999; DAN et al., 2010), milheto (DAN et al., 2011b) e olerícolas (SZMIGIELSKI et al., 2009).

Atualmente, é cada vez mais comum a utilização de cultivares de soja de ciclo precoce e superprecoce, aliada a técnicas de antecipação de colheita. Tais ações reduzem o intervalo de tempo entre a aplicação de herbicidas na cultura da soja e a semeadura de espécies em cultivo subsequente. Por isso, os riscos de um eventual efeito negativo referente à presença de resíduos de alguns herbicidas sobre culturas em sucessão vêm aumentando.

O levantamento de informações sobre os intervalos de segurança exigidos para que esses produtos sejam dissipados no ambiente sem afetar as culturas em sucessão é de fundamental importância para a manutenção da sustentabilidade econômica e ambiental dos cultivos de segunda safra no Brasil. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de resíduos de herbicidas utilizados na cultura da soja sobre o milho cultivado em sucessão em condições de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em região de cerrado, localizado no município de Rio Verde, GO, nas coordenadas 17°48'S, 55°55'W e altitude de 760 m, durante o período de novembro de 2008 a julho

de 2009.

O experimento de campo foi implantado em um LATOSSOLO VERMELHO distroférrico, de textura argilosa, com as seguintes características químicas e físicas na profundidade de 0-20 cm: pH em CaCl₂: 4,8; Ca: 1,83 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,07 cmol_c dm⁻³; Al: 0,27 cmol_c dm⁻³; H+Al: 5,6 cmol_c dm⁻³; K: 213 mg dm⁻³; P: 10,56 mg dm⁻³; CTC: 10,16 cmol_c dm⁻³; MO: 28,84 g kg⁻¹; argila: 510 g kg⁻¹; silte: 50 g kg⁻¹ e areia: 440 g kg⁻¹. O solo encontrava-se sob condições de pousio e foi manejado com 1,8 kg ha⁻¹ de glyphosate + 0,5 kg ha⁻¹ de 2,4-D, 15 dias antes da semeadura da soja.

O cultivar de soja M-soy 6101 foi semeado em espaçamento 0,5 m (entre linhas), de forma mecanizada, resultando em população final de 280 mil plantas ha⁻¹. Para adubação de manutenção foi aplicado 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (super fosfato simples), 20 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e 30 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura aos 30 dias após a emergência (DAE) da soja. As sementes da soja foram previamente inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* foram tratadas com os fungicidas carboxin + thiran. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme as recomendações exigidas para a cultura (EMBRAPA, 2008).

O experimento foi disposto no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos corresponderam (doses em kg ha⁻¹): imazaquin (0,161), diclosulam (0,035), sulfentrazone (0,600) e flumioxazin (0,050) em aplicações realizadas em pré-emergência, e *chlorimuron-ethyl* (0,015), imazethapyr (0,060), imazethapyr (0,100) e fomesafen (0,250) aplicados em pós-emergência da soja (terceiro trifólio completamente desenvolvido), mais uma testemunha (sem herbicida).

Foram utilizadas parcelas de 20 m² (5 x 4 m), sendo utilizado oito linhas de soja por parcela. A aplicação dos tratamentos herbicidas realizada por meio de pulverizador costal pressurizado a CO₂. O equipamento foi munido de barra de 2,5 m, contendo seis pontas de pulverização do tipo AI-110-02 (0,5 m entre pontas), pressão de serviço de 2,5 kgf cm⁻², proporcionando um volume de calda equivalente a 150 L ha⁻¹. As condições ambientais no momento das aplicações foram as seguintes: na aplicação em pré-emergência a temperatura média foi de 27,5 °C, umidade relativa do ar (UR) de 79% e a velocidade do vento média de 6,1 km h⁻¹; na aplicação em pós-emergência a temperatura média foi de 26,2 °C, a UR média de 82% e a velocidade do vento média de 2,4 km h⁻¹.

O híbrido de milho cultivar 30K75Y foi semeado manualmente em espaçamento de 0,5 m, resultando em população final de 60 mil plantas ha⁻¹. A semeadura ocorreu após a colheita da soja aos 115 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA) em pré-emergência e aos 97 DAA dos herbicidas em pós-emergência. Realizou-se adubação de base composta de 200 kg de N-P-K da fórmula 04-14-08, com pos-

Tabela 1. Dados meteorológicos durante a condução do ensaio no município de Rio Verde-GO, 08/2009.

Mês	n° de dias até a sem. girassol	Lâmina chuva acumulada (mm)		Temperatura	
		Pré-semeadura ¹	Total ²	Média Máx.	Média Mín.
Aplic. em pré	115	828,31	1223,98	30,15	19,32
Aplic. em pós	97	581,23	979,43	30,31	19,48

¹ Intervalo entre a aplicação e a semeadura do milho. ² Total acumulado durante a aplicação e a colheita do milho. Dados da estação meteorológica da Universidade de Rio Verde-FESURV.

terior adubação de cobertura com 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de sulfato de amônia, parcelado igualmente nos estádios V4 e V8. O controle de plantas daninhas na cultura do milho foi realizado de forma manual, por meio de capina.

As condições meteorológicas durante a condução do ensaio estão representadas na Tabela 1.

Após a emergência do milho foram realizadas avaliações de intoxicação aos 7 e 28 DAE, utilizando-se escala percentual de 0 (zero) a 100%, onde 0 (zero) representa ausência de sintomas e 100% representa morte de todas as plantas. Aos 50 DAE avaliou-se ainda, o estande de plantas por meio de contagem em quatro metros lineares e o acúmulo de massa seca da parte aérea. Para isso foram coletadas as plantas presentes em um metro linear de cada parcela, sendo esse material secado em estufa com circulação de ar a 65°C, até massa constante.

Aos 90 DAE determinou-se a altura das plantas medindo-se da base o colo da planta até a extremidade final da espiga. Ao final do ciclo da cultura obteve-se o rendimento de grãos, determinado através da colheita manual das espigas presentes na área útil da parcela de 8 m², eliminando-se a bordadura. Logo após a colheita o material foi trilhado, avaliado sua massa e este valor foi corrigido considerando a umidade dos grãos em 13%.

Para a análise da variância dos dados foi empregado o teste F. Os resultados referentes aos níveis

de intoxicação foram transformados em $\sqrt{x+1}$ para atender os pressupostos necessários para a análise de variância, que foi realizada com o programa

estatístico Sisvar. As médias dos resultados significativos foram comparadas pelo teste Scott Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é apresentado o resumo da análise de variância do experimento de campo, que avaliou o efeito de resíduos de herbicidas aplicados na cultura da soja, sobre milho semeado em sucessão. Verificou-se que todas as variáveis, com exceção da altura de inserção da espiga foram afetadas pelos resíduos dos diferentes herbicidas.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de intoxicação obtidos nas avaliações realizadas aos 7 e 28 DAE da cultura do milho. Em relação aos herbicidas inibidores da PROTOX, é possível observar que os resíduos de flumioxazin presentes no solo proporcionaram os menores níveis de intoxicação nas duas épocas de avaliação. Por outro lado, os resíduos de sulfentrazone e fomesafen causaram pequena clorose sobre as plantas de milho (7 DAE). Esses sintomas não foram observados na avaliação realizada aos 28 DAE. Resultados semelhantes foram observados por Artuzi e Contiero (2006) na cultura do milho cultivado em sucessão a soja após aplicação de 1,2 kg ha⁻¹ de sulfentrazone e 0,20 kg ha⁻¹ de fomesafen em solo de textura média. Esses autores observaram que os sintomas de sulfentrazone por até 28 DAE, embora em menores intensidades, indicando ligeira recuperação da espécie.

Tabela 2. Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis: fitointoxicação (7 e 28 dias após a emergência – DAE), altura das plantas e inserção da primeira espiga, massa seca da parte aérea e rendimento de grãos da cultura do milho, em função dos resíduos dos herbicidas utilizados na cultura da soja.

F.V.	G.L.	Fitointoxicação		Altura	Inserção	Massa seca	Rendimento
		7 DAA	28 DAA				
Bloco	3	0,916 ^{ns}	0,185 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	32,041 ^{ns}	115396,321*
Herbicida	8	87,381*	105,772*	0,007*	0,001 ^{ns}	227,543*	669854,356*
Erro	24	3,532	3,102	0,001	0,0001	98,123	48,098
Média		8,63	5,27	2,20	1,16	58,43	5939,41
CV%		21,7	33,37	4,32	3,21	17,11	6,43

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} não-significativo pelo teste F.

Tabela 3. Fitointoxicação em plantas de milho cultivado em área que recebeu a aplicação de herbicidas na cultura da soja avaliados aos 7 e 28 DAE.

Tratamentos	Dose (kg ha ⁻¹)	Fitointoxicação (%)			
		7 DAE*		28 DAE	
testemunha	-	0,0	c	0,0	d
imazaquin	0,161	15,0	a	8,5	b
diclosulam	0,035	13,2	a	6,0	c
sulfentrazone	0,600	10,2	b	2,2	d
flumioxazin	0,025	2,7	c	0,0	d
<i>chlorimuron</i> -ethyl	0,015	9,0	b	0,7	d
imazethapyr	0,060	7,5	b	4,7	c
imazethapyr	0,100	9,3	b	14,5	a
fomesafen	0,250	8,2	b	3,7	d

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott, $p \geq 0,05$. *Dados transformados em $\sqrt{x+1}$ para a análise estatística mas apresentados na tabela os dados originais.

Tabela 4. Altura média de plantas e da inserção da primeira espiga de plantas de milho cultivado em área que recebeu a aplicação de herbicidas na cultura da soja.

Tratamentos	Dose (kg ha ⁻¹)	Inserção da espiga	Altura (m)
testemunha	-	1,17 a	2,27 a
imazaquin	0,161	1,17 a	2,15 b
diclosulam	0,035	1,17 a	2,14 b
sulfentrazone	0,600	1,17 a	2,24 a
flumioxazin	0,025	1,15 a	2,21 a
<i>chlorimuron</i> -ethyl	0,015	1,17 a	2,23 a
imazethapyr	0,060	1,14 a	2,18 b
imazethapyr	0,100	1,14 a	2,22 a
fomesafen	0,250	1,17 a	2,22 a

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott, $p \geq 0,05$.

Tabela 5. Rendimento de grãos da cultura do milho cultivado em área que recebeu a aplicação de herbicidas na cultura da soja.

Tratamentos	Dose (kg ha ⁻¹)	Massa seca (g)	Rendimento (kg ha ⁻¹)
testemunha	-	67,37 a	6277 a
imazaquin	0,161	62,75 a	6076 a
diclosulam	0,035	51,54 b	5246 b
sulfentrazone	0,600	66,15 a	6165 a
flumioxazin	0,025	63,74 a	6277 a
<i>chlorimuron</i> -ethyl	0,015	60,71 a	6240 a
imazethapyr	0,060	60,21 a	5767 a
imazethapyr	0,100	48,15 b	5380 b
fomesafen	0,250	57,21 b	5864 a

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott, $p \geq 0,05$.

Em relação aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), observa-se aos 7 dias após a emergência do milho, os maiores níveis de injúria foram notificados nas plantas cultivadas nas áreas que receberam a aplicação de imazaquin, diclosulam. Por outro lado, para imazethapyr em ambas as

doses e *chlorimuron*-ethyl os efeitos foram observados em menor intensidade (Tabela 3). Em relação a estes herbicidas, observou-se pequenas manchas cloróticas nas folhas localizadas próximo ao meristema apical. Em casos mais severos, a intoxicação causada por herbicidas inibidores da ALS podem

causar intensa clorose, estrias, seguida de necrose, redução do porte e até morte das plantas. Sintomatologia semelhante foi observada por Ulbrich et al. (2005), Dan et al. (2010) e Dan et al. (2011b) ao avaliarem os efeitos de imidazolinonas na cultura do milho, sorgo e milheto, respectivamente.

Por outro lado, a atividade residual dos herbicidas imazaquin, imazethapyr (0,100 kg ha⁻¹) e diclosulam foi suficiente para causar leve intoxicação às plantas de milho aos 28 DAA (Tabela 3). As plantas de milho não apresentaram sintomas relacionados aos demais tratamentos.

Embora tenham sido observados sintomas de intoxicação nas plantas de milho, nenhum tratamento herbicida reduziu a população de plantas da cultura (dados não apresentados). Além disso, não foram constatados efeitos sobre a altura de inserção da primeira espiga (Tabela 4). Todavia, os resíduos dos herbicidas imazaquin, diclosulam e imazethapyr (0,100 kg ha⁻¹) foram suficientes para causar reduções no crescimento das plantas (Tabela 4). Tais efeitos foram confirmados aos 90 DAE, com destaque para diclosulam e imazaquin cujos resíduos foram suficientes para reduzir em 5,2; 5,7 e 3,9% a altura das plantas de milho, respectivamente. É importante ressaltar que as variáveis analisadas acima, apresentam importância preponderante no processo de colheita dos grãos, já que na grande maioria das regiões produtoras, essa espécie é colhida mecanicamente.

Ao analisar os percentuais de acúmulo de massa seca da parte aérea (Tabela 5), verificou-se que as maiores reduções foram observadas nas parcelas que receberam imazethapyr (0,100 kg ha⁻¹), diclosulam e fomesafen. Mesmo quando semeado aos 97 DAA, o milho sofreu redução no acúmulo de massa da matéria seca da parte aérea das plantas, evidenciando a grande sensibilidade da espécie a esses herbicidas. Resíduos de imazaquin causaram redução de 6,8% sobre essa variável. Em relação ao diclosulam e fomesafen o efeito negativo foi de 23,3% e 18,5%, respectivamente (Tabela 5). Ulbrich et al. (1998) não constataram efeitos negativos sobre a matéria seca em plantas de milho semeadas 120 DAA após a utilização de 120 g ha⁻¹ de imazaquin em solo argiloso. Entretanto, Dan et al. (2010) constataram efeitos negativos dos herbicidas diclosulam e imazethapyr em plantas de sorgo cultivados em sucessão à soja em região de cerrado.

Resíduos dos herbicidas sulfentrazone, flumioxazin, *chlorimuron-ethyl*, imazaquin e imazethapyr (0,060 kg ha⁻¹) não foram suficientes a fim de promover efeitos negativos sobre o acúmulo de massa seca do milho cultivar 30K75Y. Embora Szmigielski et al. (2009) tenham observado efeitos negativos do herbicida sulfentrazone em plantas de beterraba por um período superior a 302 dias, o milho, nas condições de cerrado do Brasil, não apresentou sensibilidade ao referido herbicida, podendo assim, ser considerado uma alternativa de cultivo em áreas anterior-

mente manejadas com este produto. Por outro lado, maior atenção deve ser dada aos herbicidas imazethapyr e imazaquin, potencialmente conhecidos pelo efeito *carryover*.

Em relação ao rendimento de grãos da cultura de milho, apenas diclosulam e imazethapyr aplicado na dose de 0,100 kg ha⁻¹ causaram redução, sendo estas de 1.013 e 897 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 5). Tais resultados discordam dos apresentados por Artuzi e Contiero (2006) que não observaram efeitos negativos do milho cultivado em sucessão à soja após a utilização de imazethapyr (0,100 kg ha⁻¹) em Latossolo Vermelho Eutroférico. Por outro lado, avaliando os efeitos da atividade residual dos herbicidas imazethapyr (0,100 kg ha⁻¹) e diclosulam (0,035 kg ha⁻¹) em Latossolo Vermelho distroférico, Dan et al. (2011b) constatam efeitos negativos sobre o rendimento da cultura do milheto cultivado em sucessão. Inúmeros são fatores responsáveis pela atividade residual de um herbicida no solo. Dentre esses destacam-se as características físico-químicas e microbiológicas do solo, além das condições edafoclimáticas de uma determinada região (OLIVEIRA JR. et al., 1999). Segundo Abit et al. (2009) é grande a variação de sensibilidade em função da variabilidade genética existente entre os genótipos existentes no mercado, realçando a importância de estudos mais detalhados de acordo com as condições regionais.

Embora resíduos no solo de fomesafen, tenham reduzido o acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas de milho, não afetaram o rendimento de grão. Esses resultados podem ser estendidos para sulfentrazone, flumioxazin, *chlorimuron-ethyl*, os quais também não afetaram o rendimento da cultura.

CONCLUSÃO

Dos herbicidas utilizados na cultura da soja, somente diclosulam, aplicado em pré-emergência, e imazethapyr na dose de 0,100 kg ha⁻¹, aplicado em pós-emergência, reduzem o rendimento de grãos do milho cultivado em sucessão.

REFERÊNCIAS

- ABIT, J. M. et al. Differential response of grain sorghum hybrids to foliar-applied mesotrione. **Weed Technology**, v. 23, n. 1, p. 28-33, 2009.
- ARTUZI, J. P.; CONTIERO, R. L. Herbicidas aplicados na soja e produtividade do milho em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 1119-1123, 2006.
- AVILA, L. A. et al. Retorno da produção de arroz irrigado com cultivares convencionais após o uso do

- sistema Clearfield®. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 123-129, 2010.
- BRIGHENTI, A. M. et al. Persistência e fitotoxicidade do herbicida atrazine aplicado na cultura do milho sobre a cultura do girassol em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 291-297, 2002.
- DAHLBERG, J. A. et al. Development of a sorghum core collection: refinement and evaluation of a subset from Sudan. **Economy Botanic**, v. 58, n. 3, p. 556-567, 2004.
- DAN, H.A. et al. Residual activity of herbicides used in soybean agriculture on grain sorghum crop succession. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 1087-1095, 2010.
- DAN, H. A. et al. Supressão imposta pelo atrazine a *Digitaria horizontalis* em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 27-33, 2011 a.
- DAN, H. A. et al. Atividade residual de herbicidas pré-emergentes aplicados na cultura da soja sobre o milho cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 437-445, 2011b.
- EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 230 p.
- GRICHAR, W. J. et al. Cotton Response to Imazapic and Imazethapyr Residues. Following Peanut. **The Texas Journal of Agriculture and Natural Resource**, v. 17, n. 1, p. 1-8, 2004.
- INOUE, M. H. et al. Lixiviação e degradação de diuron em dois solos de textura contrastante. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 631-638, 2008.
- MEROTTO JÚNIOR, A.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores de Protóx. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO JÚNIOR, A. (Ed.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001. 152 p.
- OLIVEIRA JR., R. S. et al. Spatial variability of imazethapyr sorption in soil. **Weed Science**, v. 47, n. 2, p. 243-248, 1999.
- OLIVEIRA JR., R. S. et al. Influência do período de restrição hídrica na atividade residual de isoxaflutole no solo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 733-740, 2006.
- OLIVEIRA JR., R. S. et al. Sorption-Desorption of Aminocyclopyrachlor in Selected Brazilian Soils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n.2, p. 1103-1112, 2011.
- PINTO, J. J. O. et al. Atividade residual de imazethapyr + imazapic em arroz semeado em rotação com o arroz Clearfield®. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 205-216, 2011.
- SANTOS, M. M. et al. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho sob diferentes manejos em plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 26-32, 2010.
- SILVA, A. A. et al. Efeito residual no solo dos herbicidas imazamox e imazethapyr para as culturas de milho e sorgo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 17, n. 3, p. 345-354, 1999.
- SZMIGIELSKI, A. M. et al. Development of a laboratory bioassay and effect of soil properties on sulfentrazone phytotoxicity in soil. **Weed Technology**, v. 23, n. 5, p. 486-491, 2009.
- ULBRICH, A. V.; RODRIGUES, B. N.; LIMA, J. Efeito residual dos herbicidas imazaquin e imazethapyr, aplicados na soja, sobre o milho safrinha. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 16, n. 1, p. 137-147, 1998.
- ULBRICH, A. V.; SOUZA, J. R. P.; SHANER, D. E. Persistence and carryover effect of imazapic and imazapyr in Brazilian cropping systems. **Weed Technology**, v. 19, n. 3, p. 986-991, 2005.