

EFEITO DO HERBICIDA METSULFURON-METHYL SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL DE HÍBRIDOS DE MILHO

ESMAEL LOPES DOS SANTOS¹, ALBERTO SERGIO DO REGO BARROS², GETÚLIO TAKASHI NAGASHIMA¹, ANTONIO ALVES FERREIRA² E CÁSSIO EGIDIO CAVENAGHI PRETE¹

¹Curso de Pós-graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciências Agrárias - Cx. Postal 6001, 86050-990, Londrina, PR. esmael@fapeagro.org.br; cassio@uel.br; gtnagashima@uel.br

²Instituto Agrônômico do Paraná, Área de Propagação Vegetal – Cx. P. 481, 86001-970, Londrina, PR. asbarros@iapar.br; aaf@iapar.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.8, n.2, p. 145-156, 2009

RESUMO - Com o objetivo de verificar o efeito do herbicida metsulfuron-methyl sobre o crescimento inicial de híbridos de milho (AS 1560, DAS 2B710, AG 9010 e P 30F98) foram realizados dois experimentos. No primeiro, os híbridos foram submetidos ao teste de germinação modificado, com adição do herbicida na solução de embebição. As doses do produto utilizadas foram: 0 (testemunha), 1,8; 3,6 e 5,4 g ha⁻¹. Após o condicionamento, avaliaram-se: plântulas normais (%), plântulas anormais (%), sementes mortas (%) e comprimento de plântulas. No segundo, os híbridos foram semeadas em vasos, após a aplicação do herbicida, nas doses de 0; 3,6 e 7,2 g ha⁻¹. A semeadura foi realizada em períodos de 0, 30, 60 e 90 dias após a aplicação (DAA) do herbicida. Foram avaliadas, aos 20 dias após a semeadura (DAS), a matéria seca da parte aérea e raízes. A fitotoxicidade do herbicida metsulfuron-methyl foi marcante no desenvolvimento inicial das plantas, principalmente quando houve a semeadura em períodos mais próximos à aplicação do herbicida. A permanência do herbicida no solo pode influenciar o vigor das sementes, podendo ser confundido com baixa qualidade fisiológica do lote. Apesar de apresentarem respostas diferenciadas, todos os híbridos foram sensíveis ao metsulfuron-methyl, nos períodos analisados.

Palavras-chave: sensibilidade, fitotoxicidade, teste de germinação modificado, residual, *Zea mays*

EFFECT OF THE HERBICIDE METSULFURON-METHYL ON MAIZE INITIAL GROWTH

ABSTRACT – Two experiments were carried out in order to verify the effect of the herbicide metsulfuron-methyl on the initial growth of maize hybrids (AS 1560, DAS 2B710, AG 9010 and P 30F98). First, the hybrids were submitted to a germination test modified by addition of the herbicide in the soaking solution, using the doses 0 (control), 1.8, 3.6 and 5.4 g ha⁻¹. After conditioning, normal and abnormal seedlings (%), dead seeds (%) and seedling length were evaluated. In the second experiment, hybrids were sown in pots after herbicide application at doses 0 (control), 3.6 and 7.2 g ha⁻¹. The seeding was done at 0, 30, 60 and 90 days after application (DAA) of herbicide. Shoot and root dry mass were evaluated 20 days after sowing (DAS). The phytotoxicity of the herbicide metsulfuron-methyl was evidenced in the early development of plants, particularly when sowing was closer to herbicide application. The permanence of the herbicide in the soil may influence seed vigour what can be confused with low physiological quality of the lot. Although presenting different responses, all hybrids s were sensitive to metsulfuron-methyl at the analyzed periods.

Key words: susceptibility, phytotoxicity, modified germination test, residual, *Zea mays*

O milho é um dos principais produtos da agricultura brasileira, não somente no aspecto quantitativo, como também no que diz respeito à sua importância estratégica, por ser a base da alimentação animal e, conseqüentemente, humana (López-Ovejero et al., 2003). As perspectivas atuais são altamente favoráveis para o milho no mercado mundial, em virtude de sua utilização como matéria-prima para a indústria energética.

Dentre as técnicas de manejo, o controle de plantas daninhas é uma prática de elevada importância para a obtenção de altos rendimentos, em qualquer exploração agrícola. A utilização de herbicidas tem-se expandido

em diferentes ambientes de cultivo, sendo um dos métodos mais eficientes e, em muitos casos, o mais econômico. Como os herbicidas são produtos fitossanitários, a sua aplicação requer conhecimento técnico aprimorado e um conjunto de cuidados que deve acompanhar o seu uso (Yamashita, et al., 2008).

A persistência dos herbicidas é extremamente importante para proporcionar controle de plantas daninhas durante o período crítico de competição e para determinar quais culturas poderão ser instaladas na próxima safra. Alguns herbicidas possuem longo período residual e, por isso, podem causar danos a culturas implantadas posteriormente (Silva et al.,

1999). Essa permanência de herbicidas no solo pode variar de acordo com a estrutura química da molécula, com as condições edafoclimáticas, e com o tipo de solo, fatores que afetam, por sua vez, a adsorção, a lixiviação e a decomposição microbiana e química (Carvalho & Guzzo, 2008), podendo afetar também o desenvolvimento de culturas sucessivas (Silva et al., 1999).

O grau de fitotoxicidade causado por um herbicida depende da dose, do tipo de aplicação, da presença de adjuvante, do tipo e da umidade do solo, do estágio de desenvolvimento da cultura, das condições climáticas no momento e após a aplicação e do posicionamento do herbicida no perfil do solo (Pereira, 2004).

O metsulfuron-methyl é um herbicida do grupo dos inibidores de ALS – acetolactato sintase (Hartwing et al., 2008), apresentando como mecanismo de ação a inibição da síntese dos aminoácidos alifáticos de cadeia lateral: valina, leucina e isoleucina. Metsulfuron-methyl é um herbicida sistêmico, recomendado para o controle de plantas daninhas nas culturas de arroz irrigado, trigo, triticale, aveia preta, cevada, pastagens e cana-de-açúcar. O milho somente poderá ser semeado 70 dias após a aplicação de metsulfuron-methyl (Trezzi & Vidal, 2001).

A sorção do metsulfuron-methyl em solos de diferentes profundidades foi correlacionada negativamente com o pH do solo e positivamente com o conteúdo de matéria orgânica destes, sendo o pH considerado fator dominante no controle da adsorção, para a maioria dos solos estudados (Oliveira et al., 2005).

Segundo relato na literatura, o controle genético da tolerância a herbicidas é monogênico, com dominância do alelo que confere resistência (Vargas et al., 1999). Alguns autores reforçam que uma mesma espécie pode responder de maneira diferente ao estresse químico causado pelos herbicidas, em razão de diferenças genotípicas (Gazziero et al., 2005). Trezzi & Vidal (2001) relatam que os herbicidas desse grupo químico apresentam meia-vida de 30 a 120 dias nos solos, podendo, eventualmente, permanecer de um ciclo para outro e induzir, em híbridos suscetíveis, problemas de fitointoxicação.

Dessa forma, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito do herbicida metsulfuron-methyl sobre o desenvolvimento inicial de diferentes híbridos de milho, através do teste de germinação modificado, e em vasos com diferentes doses e semeadura, em vários períodos após a aplicação.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no laboratório e casa-de-vegetação do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, em Londrina – Paraná, no período de agosto a novembro de 2007. Foram utilizadas sementes de quatro híbridos de milho (*Zea mays*): AS 1560, DAS 2B710, AG 9010 e P 30F98.

Para avaliar os efeitos do herbicida metsulfuron-methyl sobre os híbridos, foi utilizado o teste de germinação modificado, de

acordo com o descrito nas Regras de Análises para Sementes (Brasil, 1992), acrescentando as doses correspondentes a 0 (testemunha), 1,8; 3,6 e 5,4 g ha⁻¹, pelo fracionamento de metsulfuron-methyl, para alcançar as doses desejadas, na água utilizada para embeber o papel. Após cinco dias de condicionamento das sementes no teste, obtiveram-se as porcentagens de plântulas normais, plântulas anormais, sementes mortas e mediu-se o comprimento total das plântulas que germinaram e das anormais.

Com o teste de germinação modificado, buscou-se verificar quais seriam as doses utilizadas no experimento em casa-de-vegetação. Foi possível verificar que não seria necessário utilizar a maior dose do herbicida no ensaio de casa-de-vegetação, pois, mesmo nas doses menores, as sementes foram fitointoxicadas pelo produto.

Em casa-de-vegetação, utilizaram-se 192 vasos, com capacidade de três quilogramas, como unidades experimentais, utilizando como substrato solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico, com características químicas, descritas na Tabela 1.

As unidades experimentais receberam as doses 0 (testemunha), 3,6 e 7,8 g ha⁻¹ de

metsulfuron-methyl, com semeadura em diferentes períodos, após a aplicação do produto. Para a aplicação, utilizou-se um pulverizador costal a base de CO₂, com pontas XR11002-VS, pressão de 2,1 kgf cm⁻² e consumo de calda de 200l ha⁻¹. Os períodos de semeadura após a aplicação de metsulfuron-methyl variaram por período de 30 dias, iniciando no dia da aplicação, até 90 dias após a aplicação (DAA), ou seja, P1 = 0 DAA; P2 = 30 DAA; P3 = 60 DAA; P4 = 90 DAA.

A semeadura foi realizada com quatro sementes por vaso, com quatro repetições dos quatro híbridos utilizados. A umidade do solo foi mantida na capacidade de campo (cc), sendo a umidade monitorada semanalmente, pelo método gravimétrico, e controlada por pesagens dos vasos e reposição de água, quando a umidade atingia níveis inferiores aos estabelecidos inicialmente.

Após a germinação, foram deixadas duas plantas por vaso e, aos 20 dias após a semeadura (DAS), as plantas foram cortadas rente ao solo e, com o auxílio de mangueira com água, foram separadas as raízes do solo. As raízes e a parte aérea foram secadas em estufa de circulação forçada de ar, até a obtenção de massa constante,

TABELA 1. Características químicas do solo utilizado na instalação dos experimentos.

pH	Ca	MO	P	Al	K	Ca	Mg	H+Al	V
(CaCl ₂)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³				cmol _c DM ⁻³			%
5.6	20.39	5.71	56.2	0	2.2	5.2	2.75	3.42	74.79

para a determinação de suas respectivas matérias secas.

No primeiro experimento, foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4 (quatro híbridos x quatro doses). No segundo experimento, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas. Nas parcelas principais, três doses de metsulfuron-methyl (0; 3,6 e 7,2 g ha⁻¹) e, em subparcelas, os quatro híbrido de milho. Para fins de análise, os dados de porcentagem foram transformados em (Raiz Quadrada de Y + 0.5), e as médias (apresentadas as originais) foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

No primeiro ensaio, em que se empregou o teste de germinação modificado (Tabela 2), quando as sementes dos híbridos de milho foram expostas ao herbicida metsulfuron-methyl, houve um comprometimento no vigor das sementes, pela ausência de plântulas normais e pela diminuição do comprimento de plântulas, em todos os híbridos, independentemente da dose empregada. Como consequência, houve um aumento significativo das plântulas anormais. No que se refere às sementes mortas, as diferenças apresentadas pelo híbrido DAS 2B710, provavelmente estão relacionadas com características intrínsecas do lote, e não com a dose do herbicida, pois, mesmo na testemunha, a média foi alta em relação

aos outros híbridos. Resultados semelhantes também foram encontrados por Concenço et al., (2004), quando avaliaram efeito do herbicida penoxsulam, inibidor da ALS, em condições de laboratório, na germinação e no estabelecimento inicial da cultivar de arroz BRS-Pelotas, que constataram redução de até 66% e de até 91% na altura da planta e no comprimento da raiz, respectivamente.

Novo & Miranda Filho, (2006) relataram que, devido à sua rápida translocação e por se acumularem em tecidos meristemáticos, as sulfoniluréias exercem ação sobre a divisão celular de plantas sensíveis. A translocação de moléculas desse grupo de herbicidas até o embrião em desenvolvimento pode torná-lo inviável através de sua ação em alguma via metabólica ou atuando sobre a síntese de aminoácidos, interferindo na divisão celular e, nesse caso, no desenvolvimento inicial das plântulas.

A ausência de plântulas normais e o reduzido comprimento de plantas, quando adicionado o herbicida metsulfuron-methyl na água de embebição, e o aumento na porcentagem de plântulas anormais são conseqüências do mecanismo de ação do metsulfuron-methyl, pois esse herbicida inibe a síntese de aminoácido, principalmente alifáticos de cadeia lateral, valina, leucina e isoleucina, e, dessa forma, inibe o desenvolvimento da planta (Trezzi & Vidal, 2001). Por esse fato, houve uma tendência na uniformidade do comprimento de plântulas, quando submetidas ao contato com o herbicida.

TABELA 2. Qualidade fisiológica de sementes de quatro híbridos de milho, submetidas a doses crescentes do herbicida metsulfuron-methyl adicionadas na água de embebição do papel, no teste de germinação modificado.

Híbridos	g ha ⁻¹			
	0	1,8	3,6	5,4
Plântulas Normais (%) ¹				
DAS 2B710	82,0 c ²	0,0 a	0,0 a	0,0 a
AS 1560	92,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
P 30F98	81,3 c	0,0 a	0,0 a	0,0 a
AG 9010	86,0 b	0,0 a	0,0 a	0,0 a
CV% = 8,33				
Plântulas Anormais (%) ¹				
DAS 2B710	6,6 bC	79,3 bB	83,3 bAB	84,6 bA
AS 1560	7,3 bB	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA
P 30F98	16,0 aB	96,0 aA	100,0 aA	100,0 aA
AG 9010	12,6 aB	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA
CV% = 3,23				
Plântulas Mortas (%) ¹				
DAS 2B710	5,6 aC	10,3 aA	8,3 aAB	7,6 aBC
AS 1560	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA
P 30F98	1,3 bA	1,0 bA	0,0 bA	0,0 bA
AG 9010	0,6 bA	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA
CV% = 54,81				
Comprimento de Plântulas (cm)				
DAS 2B710	10,40 cA	1,78 aB	1,75 aB	1,31 aB
AS 1560	21,13 aA	1,84 aB	1,63 aB	1,48 aB
P 30F98	9,73 cA	1,76 aB	1,63 aB	1,70 aB
AG 9010	14,08 bA	1,74 aB	1,85 aB	1,38 aB
CV% = 26,25				

¹ Dados transformados (Raiz Quadrada de Y + 0.5) e apresentados os originais.

² Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Neste tipo de experimento, realizado em ambiente controlado, Concenço et al. (2004) argumentam que, devido à semente estar em contato permanente com a solução do herbicida, pode não refletir a situação normal no campo, onde fatores ambientais podem atenuar a presença do herbicida no solo e a absorção pelas raízes; dessa forma, outro experimento em casa-de-vegetação foi desenvolvido

No ensaio realizado em casa-de-vegetação, para matéria seca de raiz (Tabela 3), o tratamento testemunha apresentou as maiores médias nos três primeiros períodos, diferindo estatisticamente das outras doses utilizadas, enquanto, no quarto período, não foi verificada diferença somente da dose 3,6 g ha⁻¹, para o híbrido P 30F98. Com a semeadura no mesmo dia da aplicação do herbicida (P1), algumas sementes não germinaram ou iniciaram o processo de germinação, porém, não chegaram a emergir (P30F98 nas doses 3,6 e 7,2, e o AS 1660, na dose 7,2). Por isso, não foi obtida a matéria seca da planta, e o resultado foi zero. Nesse período, não houve diferença entre os híbridos, para nenhuma das doses avaliadas. Diferentemente, no segundo período, o comportamento dos híbridos foi bastante variado, sendo a P 30F98 a única a apresentar as maiores médias em todas as doses. As variações ocorreram também no terceiro período, quando, na dose de 3,6 g ha⁻¹, não foi verificada diferença entre os híbridos, enquanto, na dose de 7,2 g ha⁻¹, a cultivar

AG 9010 apresentou diferença significativa, por apresentar a maior biomassa acumulada. No quarto período (semeadura 90 dias após a aplicação do herbicida), não foram verificadas diferenças entre os híbridos somente na dose de 7,2 g ha⁻¹. Ainda é possível verificar um acréscimo da matéria seca da raiz à medida que aumenta o número de dias após a aplicação do herbicida, porém, mesmo no quarto período, ou seja, 90 dias após a aplicação do herbicida, não há uma igualdade nos valores da testemunha em relação às doses utilizadas.

A matéria seca da parte aérea 20 DAS também foi afetada pela aplicação do herbicida metsulfuron-methyl (Tabela 4), pois a testemunha apresentou diferenças significativas (P<0,05), com maiores médias nos três primeiros períodos, mostrando as mesmas influências observadas na matéria seca da raiz. No quarto período, a cultivar DAS 2B710 não apresentou diferenças significativas entre a testemunha e a dose de 3,6 g ha⁻¹, enquanto o híbrido AG 9010 apresentou diferenças entre as doses testadas. De acordo com Fancelli (2001), aos 20 DAS, o milho apresenta-se no estágio um, ou seja, em pleno desenvolvimento de raízes adventícias (base dos nós subterrâneos), diferenciação floral (4^a/6^a folha) e definição do potencial de produção. Assim sendo, efeitos prejudiciais decorrentes da aplicação de herbicidas nessa fase podem causar danos ao rendimento da cultura.

Entre a matéria seca de raiz e da parte aérea, pode-se observar que houve

TABELA 3. Efeito do herbicida metsulfuron-methyl sobre a matéria seca da raiz (g) de híbridos de milho, aos 20 dias após a semeadura da cultura.

Época ²	Híbridos	g ha ⁻¹		
		0	3,6	7,2
P1	DAS 2B710	0,60 aA ¹	0,14 aB	0,12 aB
	AS 1560	0,73 aA	0,10 aB	0,00 aB
	P 30F98	0,59 aA	0,00 aB	0,00 aB
	AG 9010	0,58 aA	0,14 aB	0,08 aB
CV% = 31,91				
P2	DAS 2B710	0,55 bA	0,15 bB	0,14 bB
	AS 1560	0,45 cA	0,23 aB	0,18 abB
	P 30F98	0,67 aA	0,27 aB	0,23 aB
	AG 9010	0,52 bA	0,14 bB	0,14 bB
CV% = 10,65				
P3	DAS 2B710	0,53 bA	0,25 aB	0,18 bC
	AS 1560	0,68 aA	0,28 aB	0,18 bC
	P 30F98	0,55 bA	0,24 aB	0,19 bC
	AG 9010	0,56 bA	0,26 aB	0,26 aB
CV% = 8,17				
P4	DAS 2B710	0,61 abA	0,43 bB	0,40 aB
	AS 1560	0,71 aA	0,45 bB	0,38 aB
	P 30F98	0,67 abA	0,61 aA	0,43 aB
	AG 9010	0,60 bA	0,39 bB	0,42 aB
CV% = 10,18				

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

²P1=Semeadura no dia da aplicação do herbicida; P2 = Semeadura 30 dias após a aplicação do herbicida; P3 = Semeadura 60 dias após a aplicação do herbicida e P4 = Semeadura 90 dias após a aplicação do herbicida.

TABELA 4. Efeito do herbicida metsulfuron-methyl sobre a matéria seca da parte aérea (g) de híbridos de milho, aos 20 dias após a semeadura da cultura.

Época ²	Híbridos	g ha ⁻¹		
		0	3,6	7,2
P1	DAS 2B710	0,85 aA ¹	0,09 aB	0,05 aB
	AS 1560	0,80 aA	0,02 aB	0,00 aB
	P 30F98	0,65 bA	0,00 aB	0,00 aB
	AG 9010	0,84 aA	0,04 aB	0,01 aB
CV% = 21,93				
P2	DAS 2B710	0,89 aA	0,38 bB	0,35 aB
	AS 1560	0,67 cA	0,38 bB	0,34 aB
	P 30F98	0,75 bA	0,45 aB	0,37 aB
	AG 9010	0,89 aA	0,37 bB	0,36 aB
CV% = 7,02				
P3	DAS 2B710	0,93 aA	0,48 aB	0,43 aB
	AS 1560	0,79 ca	0,38 bB	0,30 bC
	P 30F98	0,94 aA	0,48 aB	0,43 aB
	AG 9010	0,85 aA	0,42 abB	0,42 aB
CV% = 5,38				
P4	DAS 2B710	0,93 aA	0,89 aA	0,78 aB
	AS 1560	0,81 bA	0,67 bB	0,68 bB
	P 30F98	0,94 aA	0,75 bB	0,67 bB
	AG 9010	0,89 abA	0,85 aA	0,83 aA
CV% = 5,44				

¹Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

²P1=Semeadura no dia da aplicação do herbicida; P2 = Semeadura 30 dias após a aplicação do herbicida; P3 = Semeadura 60 dias após a aplicação do herbicida e P4 = Semeadura 90 dias após a aplicação do herbicida.

um maior comprometimento da parte aérea das plantas. Novo & Miranda Filho (2006), avaliando o efeito fitotóxico de metsulfuron-methyl, nicosulfuron e sulfometuron-methyl, simulando contaminação com resíduos desses produtos no tanque de pulverização, em duas cultivares de batata, constataram que a injúria na parte aérea foi maior com metsulfuron-methyl e que este também atrasou o ciclo vegetativo, mesmo nas doses mais baixas. Fleck & Vidal (1993) observaram que, em plantas de girassol tratadas com chlorimuron-ethyl, houve menos efeito no sistema radicular que na parte aérea. Para esses autores, há três explicações possíveis para o fato: a) menor atividade da ALS no sistema radicular; b) ocorrência de enzimas menos sensíveis a esses compostos nas raízes; c) maior detoxificação das moléculas do produto no sistema radicular.

Entre os híbridos estudados, quando a semeadura ocorreu no dia da aplicação do herbicida, houve diferenças somente no tratamento testemunha. Na semeadura 30 dias após a aplicação do herbicida, somente na dose de 7,2 g ha⁻¹ não foi observada diferença entre os híbridos. No entanto, aos 60 e 90 DAP, diferenças foram observadas entre os híbridos, para todas as doses, indicando respostas diferenciadas entre as cultivares. No entanto, com os tratamentos, as médias dos resultados não alcançaram aquelas apresentadas pela testemunha, sendo, assim, caracterizado o efeito prejudicial pelo herbicida. O mecanismo mais comum de tolerância das culturas aos

herbicidas inibidores da ALS é a capacidade de a planta metabolizar a molécula herbicida (Hartwing *et al.*, 2008). Entre as reações metabólicas mais comuns envolvidas na seletividade de culturas aos inibidores da ALS estão a hidroxilação do anel aromático, a hidroxilação alifática, a desalquilação, a desesterificação e a conjugação. A enzima citocromo P-450 monooxigenase, muitas vezes, está associada com reações de hidroxilação das moléculas de herbicida (Vidal, 2002). Como a cultura do milho pode apresentar tolerância a herbicidas pelo controle genético (Vargas, 1999), as respostas a esses produtos podem ser diferentes, como foi observado por Parrella (2004), que constatou diferenças entre genótipos com relação à fitotoxidez ao nicosulfuron, sendo que o autor ainda salienta que a herdabilidade do caráter pode ser baixa, portanto, de difícil seleção.

Assim como foi constatado para matéria seca da raiz, houve um maior acúmulo da matéria seca da parte aérea à medida que se distanciou a semeadura da aplicação do herbicida. Entre os períodos avaliados, é possível observar que o quarto período (semeadura 90 dias após a aplicação do herbicida) foi o que apresentou as menores médias, nas doses 3,6 e 7,2 g ha⁻¹, seguido pelo terceiro e segundo períodos, sendo as médias desses dois períodos bem próximas. No entanto, mesmo no quarto período, não há uma igualdade nos valores da testemunha em relação às doses testadas. Resultados como estes podem estar relacionados à meia-vida

desses produtos no solo, que, para os herbicidas inibidores da ALS, são de 30 a 120 dias (Trezzi & Vidal, 2001), podendo, eventualmente, permanecer na área de um ciclo para outro e induzir, em cultivares suscetíveis, problemas de fitotoxicidade (Thornton & Eberlein, 2001).

Conclusões

O herbicida metsulfuron-methyl afeta o desenvolvimento inicial das plantas, principalmente em semeaduras próximas à aplicação do herbicida.

A permanência do herbicida no solo influencia o vigor das sementes, podendo esse efeito ser confundido com baixa qualidade fisiológica do lote.

Apesar de apresentarem respostas diferenciadas, todos os híbridos são sensíveis ao metsulfuron-methyl, nos períodos analisados.

Literatura Citada

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenadoria de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

CARVALHO, L. B.; GUZZO, C. D.. Adensamento da beterraba no manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, p. 73-82, 2008.

CONCENÇO, G.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; ANDRES, A.; MELO, P. T. B. S.; GARCIA,

C. A. N. Efeito do herbicida penoxsulam sobre o desenvolvimento inicial da cultivar de arroz BRS-Pelota. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2004. CD-ROM.

FANCELLI, A. L. Fisiologia das plantas de milho em condições de safrinha. In: SHIOGA, P. S.; BARROS, A. S. R. (Org.). **A cultura do milho safrinha**. Londrina: IAPAR, 2001. p.11-31.

FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Injúria potencial de herbicidas de solo ao girassol. II Chlorimuron-ethyl. **Planta Daninha**, Campinas, v.11, n. 1, p. 44-48, 1993.

GAZZIERO, D. L. P.; PRETE, C. E. C.; SUMIYA, M. OLIVEIRA NETO, W. Teste-padrão de germinação modificado para análise da tolerância de cultivares de soja ao herbicida sulfentrazone. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.23, n. 1, p. 43-47, 2005.

HARTWING, I.; BERTAN, I.; GALON, L.; NOLDIN, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.F.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A. Tolerância de trigo (*Triticum aestivum*) e aveia (*Avena* sp.) a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 361-368, 2008.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA Y GARCÍA, A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 21, n. 3, p. 413-419, 2003.

- NOVO, M. C. S. S.; MIRANDA FILHO, H. S. Tuberização de dois cultivares de batata sob aplicação de sulfoniluréias. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 1, p. 115-121, 2006.
- OLIVEIRA, M. F.; PRATES, H. T.; SANS, L. M. A. Sorção e hidrólise do herbicida flazasulfuron. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, p. 101-113, 2005.
- PARRELLA, R. A. C. **Resposta diferencial de famílias endogâmicas de milho ao herbicida nicosulfuron**. 2004. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PEREIRA, W. Manejo e controle de plantas daninhas em hortaliças. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 519-570.
- SILVA, A. A. da; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, J. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; VARGAS, L. **Controle de plantas daninhas**. Brasília, DF: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 260 p.
- THORNTON, R. E.; EBERLEIN, C. V. Chemical injury. In: STEVENSON, W. R. et al. **Compendium of potato diseases**. 2. ed. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2001. p. 92-94.
- TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da ALS In: VIDAL, R. A.; MEROTTO JUNIOR, A. (Ed.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001. p. 25-36.
- VARGAS, L.; SILVA, A. A.; BORÉM, A.; REZENDE, S. T.; FERREIRA, F. A.; SEDIYAMA, T. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 131 p.
- VIDAL, R.A. **Ação dos herbicidas**. Porto Alegre, Evangraf, 2002. 89 p.
- YAMASHITA, O. M.; MENDONÇA, F. S.; ORSI, J. V. N.; RESENDE, D. D.; KAPPES, C.; GUIMARÃES, S. C. Efeito de doses reduzidas de oxyfluorfen em cultivares de algodoeiro. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 917-921, 2008.