

## Tolerância do girassol a herbicidas aplicados em pós-emergência<sup>1</sup>

### *Tolerance of sunflower to herbicide application in post-emergence*

Ronaldo Matias Reis<sup>2</sup>; Matheus Freitas Souza<sup>3</sup>; Guilherme Pereira Queiroz<sup>3</sup>; Isadora Garcia Siebert<sup>4</sup>; Daniel Valadão Silva<sup>5</sup>; Evander Alves Ferreira<sup>6</sup>; Antônio Alberto Silva<sup>7</sup>

**Resumo** - Para avaliar a tolerância do girassol à aplicação de herbicidas em pós-emergência foi realizado um experimento em casa de vegetação em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos da aplicação de flumioxazin, fomesafen, lactofen, fluazifop-p-buthyl, fluazifop-p-buthyl + fomesafen, fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, haloxyfop-p-methyl, clethodim, chlorimuron-ethyl e isoxaflutole aos 22 dias após a emergência do girassol, além de uma testemunha sem aplicação. Avaliou-se a intoxicação visual das plantas, a altura de plantas, o número de folhas, a área foliar, a matéria seca total e as seguintes variáveis fisiológicas: taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática de vapor d'água (gs) taxa transpiratória (E), relação entre as concentrações interna e externa de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>:C<sub>a</sub>), eficiência instantânea no uso da água (EUA) e consumo de CO<sub>2</sub> (ΔC). A resposta do girassol foi dependente do herbicida aplicado. Flumioxazin, fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, haloxyfop-p-methyl, fluazifop-p-buthyl e clethodim promoveram as menores intoxicações ao girassol, de maneira que a fisiologia e o crescimento das plantas não foram prejudicados. Ao avaliar as características fisiológicas, o fomesafen, a mistura fluazifop-p-buthyl + fomesafen e chlorimuron-ethyl destacam-se como os mais danosos à cultura, afetando negativamente as variáveis A, gs, E e ΔC das plantas tratadas com esses produtos.

**Palavras-chaves:** *Helianthus annuus*, fotossíntese, condutância estomática, análise de crescimento

**Abstract** - To evaluate the Sunflower tolerance to herbicide application in post-emergence was conducted a experiment in greenhouse with design in completely randomized, with five repetitions. The treatments consisted of the application of flumioxazin, fomesafen, lactofen, fluazifop-p-buthyl, fluazifop-p-buthyl + fomesafen, fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, haloxyfop-P-methyl, clethodim, chlorimuron-ethyl and isoxaflutole at 22 days after emergence sunflower, and a control without application. We evaluated the visual intoxication of plants, plant height, leaf number, leaf area, total dry matter and the following physiological variables: net assimilation rate of CO<sub>2</sub> (A), stomatal conductance vapor water (gs) transpiration rate (E), relation between internal and external concentrations of CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub> C<sub>a</sub>), instantaneous water use efficiency (US) and CO<sub>2</sub> consumption

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 28/05/2014 e aceito em 31/05/2015.

<sup>2</sup> Mestre em Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. [ronaldo.reis@ufv.br](mailto:ronaldo.reis@ufv.br) (\*autor para correspondência).

<sup>3</sup> Mestrando em Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

<sup>4</sup> Aluna de graduação – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil

<sup>5</sup> Professor do Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

<sup>6</sup> Pós-doutorando em Fitotecnia – Universidade Federal Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>7</sup> Professor do Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

( $\Delta C$ ). Sunflower response was dependent on the applied herbicide. Flumioxazin, fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, haloxyfop-P-methyl, fluazifop-p-buthyl and clethodim promoted smaller sunflower intoxication, so that the physiology and plant growth were not affected. In assessing the physiological characteristics, the fomesafen, fluazifop-p-buthyl + fomesafen mixture and chlorimuron-ethyl were most damaging to the culture, negatively affecting the variables A, gs, E and  $\Delta C$  of plants treated with these products.

**Keywords:** *Helianthus annuus*, photosynthesis, stomatal conductance, growth analysis

## Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma das quatro espécies oleaginosas mais cultivada no mundo, sendo utilizada na alimentação humana e animal, como também na produção de biocombustíveis (Brighenti, 2012). A espécie apresenta grande capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais, por isso é cultivada em todos os continentes (Castro et al., 1997). No Brasil, a cultura vem ganhando espaço, principalmente, nas regiões de Cerrado, como opção para o cultivo na safrinha.

Um dos principais problemas relacionados ao cultivo do girassol é a interferência exercida pelas plantas daninhas. Estas competem com o girassol por recursos de crescimento, causando sérios danos à cultura, tais como redução do porte, diminuição da área foliar, do diâmetro do caule e do capítulo (Brighenti, 2012). O arranjo de plantas adotado nos cultivos comerciais, com espaçamento entre linhas de 70 a 90 cm e com baixa densidade de plantas comparada a outras culturas, permite que o solo fique descoberto por um longo período favorecendo a captação de radiação solar pelas plantas daninhas e, conseqüentemente, favorecendo o crescimento destas espécies (Elezovic et al., 2012).

No controle de plantas daninhas, a ferramenta mais eficaz e viável economicamente é o método químico, porém, existem poucas opções de herbicidas registrados para o controle das plantas daninhas em girassol. Na sua maioria são herbicidas pré-emergentes e com ação principalmente sobre gramíneas, como por exemplo, alachlor e trifluralin (Brasil, 2014). Além disso, o girassol é bastante sensível, sobretudo a herbicidas pós-

emergentes que controlam espécies daninhas dicotiledôneas (Brighenti et al., 2003).

De modo geral, os herbicidas inibidores da ACCase (acetilcoenzima-A-carboxilase) são seletivos para o girassol e os grupos de herbicidas das triazinas e das imidazolinonas apresentam alta toxicidade à cultura em pós-emergência (Castro et al., 1997). No entanto, não há informações consistentes da tolerância do girassol a outros herbicidas aplicados em pós-emergência. No trabalho de Pannacci et al. (2007), os herbicidas aclonifen, oxyfluorfen, aclonifen + quizalofop-ethyl aplicados em pós-emergência do girassol (estádio V2-V4) apresentaram baixa toxicidade a cultura e controle eficiente das espécies dicotiledôneas, sendo que a mistura (aclonifen+quizalofop-ethyl) apresentou maior espectro de ação no controle das plantas daninhas.

A ação dos herbicidas, de algum modo afeta o metabolismo das plantas, mesmo nas doses recomendadas. Clorose e necroses foliares, redução do crescimento das plantas são sintomas de intoxicação evidenciados após aplicação dos herbicidas (Zablotowicz e Reddy, 2007). Estes sintomas podem ser a causa ou mesmo consequência de alterações no metabolismo fotossintético. Estudos da fisiologia do girassol, principalmente associados às trocas gasosas e a eficiência na utilização radiação luminosa, que são processos básicos na produção de biomassa, podem indicar os danos provocados pelos herbicidas às plantas de girassol.

Neste sentido, objetivou-se nesta pesquisa avaliar a tolerância do girassol à diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência, bem como, avaliar o efeito desses

produtos nas características fisiológicas das plantas.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG, durante o período de abril a junho de 2013. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com textura argilosa (46% de argila, 15% de silte e 39% de areia) cujas principais características químicas encontram-se na Tabela 1. Para a correção e adubação do solo foram aplicados 2000 kg ha<sup>-1</sup> de calcário

calcítico, 350 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples, 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônia e 120 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio. Na adubação de cobertura foram utilizados 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 20-5-20, aplicados 20 dias após a emergência (DAE) das plantas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos da aplicação do flumioxazin, fomesafen, lactofen, fluazifop-p-buthyl, fluazifop-p-buthyl + fomesafen, fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, haloxyfop-p-methyl, clethodim, chlorimuron-ethyl e isoxaflutole aos 22 DAE, além de uma testemunha sem aplicação (Tabela 2).

**Tabela 1.** Caracterização química do solo. Viçosa (MG), 2013.

pH	P	K	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H+Al	t	T	V	m	MO	P-rem
	mgdm <sup>-3</sup>		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						%		dagkg <sup>-1</sup>	mgL <sup>-1</sup>
4,2	1,1	30	0,8	0,5	0,6	6,27	1,98	7,65	18	30	2,7	22,7

Extratores: pH - H<sub>2</sub>O; P e K - Mehlich 1; Ca, Mg, Al - KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H+Al - Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Características dos herbicidas aplicados em pós-emergência de plantas de girassol. Viçosa (MG), 2013.

Mecanismo de ação <sup>1</sup>	Nome comum	Produto Comercial	Dose i.a. (g ha <sup>-1</sup> )
Inibidores da PPO	Flumioxazin	Sumisoya <sup>®</sup>	50
	Fomesafen	Flex <sup>®</sup>	250
	Lactofen	Cobra <sup>®</sup>	180
Inibidor da ACCase e PPO	Fluazifop-p-buthyl + fomesafen	Fusiflex <sup>®</sup>	225 + 225
	Fenoxaprop-p-ethyl + clethodim	Podium S <sup>®</sup>	93,75 + 93,75
Inibidores da ACCase	Haloxyfop-p-methyl	Verdict <sup>®</sup>	60
	Fluazifop-p-buthyl	Fusilade <sup>®</sup>	187,5
	Clethodim	Select 240 EC <sup>®</sup>	96
Inibidores da ALS	Chlorimuron-ethyl	Classic <sup>®</sup>	20
	Despigmentadores	Isoxaflutole	Provence <sup>®</sup>

<sup>1</sup>PPO – Protoporfirinogênio oxidase; FSII – Fotossistema II; ALS – Acetolactato Sintase; ACCase – AcetilCoenzima-Acarboxilase; Despigmentadores – Inibidores da síntese de carotenoides.

Foram semeadas quatro sementes de girassol, híbrido HELIO 250, em vasos com capacidade volumétrica de 5 dm<sup>3</sup>, sendo o desbaste realizado aos 10 dias após o semeio e 5 dias após a emergência, deixando-se uma planta por unidade experimental. A aplicação dos herbicidas foi realizada aos 22 DAE das plantas com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, operando à pressão constante de 3,0 kgf cm<sup>-2</sup>, equipado com barra de duas pontas TT 110.02

espaçadas de 50 cm, a uma altura de aproximadamente 40 cm do alvo, e volume de calda equivalente a 150 L ha<sup>-1</sup>.

Aos 5, 10, 15, 20 e 25 dias após a aplicação dos herbicidas avaliou-se a intoxicação visual das plantas de girassol através de escala de notas na qual 0% representa nenhuma injúria e 100 % morte das plantas, conforme a metodologia da SBPCD (1995).

Aos 25 dias após a aplicação dos herbicidas foram analisadas as trocas gasosas das plantas de girassol, sendo as avaliações realizadas entre 09:00 e 10:00 h, na terceira folha completamente expandida a partir do ápice das plantas. As taxas de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (*A*), a condutância estomática (*g<sub>s</sub>*), a taxa transpiratória (*E*), a razão entre as concentrações interna e externa de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>:C<sub>a</sub>*), a eficiência instantânea no uso da água (EUA) e o consumo de CO<sub>2</sub> ( $\Delta C$ ) foram determinadas em sistema aberto, sob luz saturante artificial (1.500  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), concentração de CO<sub>2</sub> ambiente, com um analisador de g\u00e1s a infravermelho port\u00e1til (LICOR 6400XT, LICOR, Lincoln, EUA).

Aos 32 dias ap\u00f3s a aplica\u00e7\u00e3o foram determinadas a altura, n\u00famero de folhas e \u00e1rea foliar do girassol. Al\u00e9m disso, todo o material vegetal foi colhido e, posteriormente, seco em estufa com circula\u00e7\u00e3o for\u00e7ada de ar, a 65 \u00b0C, at\u00e9

atingir peso constante para determina\u00e7\u00e3o da mat\u00e9ria seca.

Os dados obtidos foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia pelo teste F. Para a compara\u00e7\u00e3o das m\u00e9dias utilizou-se o teste de Scott-Knott, ao n\u00edvel de 5% de probabilidade.

## Resultados e Discuss\u00e3o

Os herbicidas fomesafen, lactofen, fluazifop-p-buthyl + fomesafen e chlorimuron-ethyl foram os produtos que promoveram os maiores \u00edndices de intoxica\u00e7\u00e3o visual nas plantas de girassol em todas as avalia\u00e7\u00f5es realizadas (Tabela 3). O isoxaflutole promoveu intoxica\u00e7\u00e3o de 16% aos 5 DAA at\u00e9 33% aos 25 DAA. Os herbicidas inibidores da enzima Acetil Coenzima A (fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, haloxyfop-p-methyl, fluazifop-p-buthyl e clethodim), reconhecidamente graminicidas, promoveram baixa intoxica\u00e7\u00e3o das plantas.

**Tabela 3.** Intoxica\u00e7\u00e3o de plantas de girassol aos 5, 10, 15, 20 e 25 dias ap\u00f3s a aplica\u00e7\u00e3o dos herbicidas. Vi\u00e7osa (MG), 2013.

Tratamentos	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Fitointoxica\u00e7\u00e3o (%)				
		5 DAA	10 DAA	15 DAA	20 DAA	25 DAA
Testemunha <sup>1</sup>	----	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Flumioxazin	50	11 c	12 c	10 c	10 b	7 b
Fomesafen	250	70 e	72 e	78 f	73 d	75 d
Lactofen	180	74 e	80 e	75 f	71 d	76 d
Fluazifop-p-buthyl + fomesafen	225 + 225	76 e	79 e	86 f	84 d	87 d
Fenoxaprop-p-ethyl + clethodim	93,75 + 93,75	8 b	10 c	8 c	7 b	7 b
Haloxyfop-p-methyl	60	4 b	7 c	3 b	2 a	2 a
Fluazifop-p-butyl	187,5	7 b	8 c	5 b	2 a	2 a
Clethodim	96	1 a	3 b	1 a	2 a	1 a
Chlorimuron-ethyl	20	25 d	66 e	59 e	66 d	71 d
Isoxaflutole	75	16 c	30 d	29 d	30 c	33 c
CV (%)		14,17	10,75	12,97	13,59	13,43

<sup>1</sup> M\u00e9dias seguidas da mesma letra na coluna n\u00e3o diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao n\u00edvel de 5 % de probabilidade.

Brighenti (2012) observou que o herbicida chlorimuron-ethyl n\u00e3o foi seletivo ao girassol, para os h\u00edbridos de girassol Tera 8003 e Tera 8011, apresentando altos percentuais de toxicidade \u00e0 cultura. Vale ressaltar que esses h\u00edbridos eram resistentes aos inibidores da enzima acetolactatosintase (ALS) e mesmo assim foram poucos tolerantes ao chlorimuron-ethyl conforme observado no presente trabalho.

Estes resultados tamb\u00e9m foram verificados por Brighenti et al. (2004) que salientaram que embora o chlorimuron seja tamb\u00e9m um herbicida inibidor da enzima ALS, pertence ao grupo qu\u00edmico das sulfonilureias, apresentando menor seletividade do que aqueles pertencentes ao grupo qu\u00edmico das imidazolinonas.

A altura das plantas de girassol (ALT) n\u00e3o foi afetada pela aplica\u00e7\u00e3o dos herbicidas

flumioxazin, fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, haloxyfop-p-methyl, fluazifop-p-butyl e clethodim (Tabela 4). No entanto, os demais herbicidas afetaram a altura em valores que variaram de 28 até 72% para o isoxaflutole e chlorimuron, respectivamente. Em trabalho de Brighenti et al. (2002), os autores verificaram que a diminuição da altura foi acompanhada da redução do diâmetro do capítulo, do peso de mil aquênios e da produtividade do girassol.

O número de folhas (NF) foi afetado negativamente pelos herbicidas clethodim, chlorimuron-ethyl e isoxaflutole, sendo que para os demais produtos testados não houve diferença do NF em relação à testemunha isenta de herbicida (Tabela 3). Apesar de não afetar o NF observou-se que o lactofen, o fomesafen e a mistura fluazifop-p-butyl + fomesafen

reduziram a área foliar (AF) do girassol. O fomesafen e lactofen são herbicidas que atuam inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO) na presença de luz e oxigênio resultando na peroxidação dos lipídeos da membrana celular (Silva et al., 2007). Resultados semelhantes com esses herbicidas foram observados por Silva et al. (2012) para a mandioca o que refletiu em menor crescimento da cultura.

A matéria seca da parte aérea (MSP) das plantas de girassol apresentou decréscimo superior a 75% após a aplicação dos herbicidas fomesafen, lactofen, fluazifop-p-butyl + fomesafen, chlorimuron-ethyl (Tabela 4). O isoxaflutole reduziu em aproximadamente 40% a MSP, enquanto que os demais herbicidas não afetaram a variável.

**Tabela 4.** Altura de planta (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF) e matéria seca da parte aérea (MSP) de girassol (*Helianthus annuus* L.) tratada com diferentes herbicidas. Viçosa (MG), 2013.

Tratamentos	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	ALT cm	NF un	AF cm <sup>2</sup>	MSP g/planta
Testemunha <sup>1</sup>	-----	101,0 a	24 a	2040 a	60,9 a
Flumioxazin	50	92,5 a	27 a	2352 a	58,5 a
Fomesafen	250	65,5 b	26 a	847 b	15,0 c
Lactofen	180	45,0 c	24 a	531 c	9,6 c
Fluazifop-p-butyl + fomesafen	225 + 225	41,8 c	24 a	472 c	8,1 c
Fenoxaprop-p-ethyl + clethodim	93,75 + 93,75	98,4 a	25 a	2285 a	69,3 a
Haloxyfop-p-methyl	60	97,6 a	24 a	2228 a	59,0 a
Fluazifop-p-butyl	187,5	84,9 a	26 a	2337 a	55,2 a
Clethodim	96	88,0 a	23 b	2156 a	55,6 a
Chlorimuron-ethyl	20	28,0 c	20 b	974 b	12,8 c
Isoxaflutole	75	71,9 b	20 b	1906 a	35,7 b
CV (%)		18,68	12,44	18,92	23,18

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5 % de probabilidade.

Maiores decréscimos na taxa fotossintética (A) e na condutância estomática (gs) foram constatadas nas plantas de girassol onde os herbicidas fomesafen, a mistura (fluazifop-p-butyl + fomesafen) e o chlorimuron-ethyl foram aplicados, sendo que, os demais tratamentos não apresentaram diferenças em relação à testemunha (Tabela 5). Como o herbicida fomesafen pertence ao grupo dos inibidores da PPO, na rota responsável pela síntese de clorofila, seus danos à cultura podem

ser diretamente aferidos pela mensuração da taxa fotossintética e de variáveis associadas a ela (Silva et al., 2007). Considerando o mecanismo de ação dos herbicidas inibidores da PPO, a atividade fotossintética é comprometida por alguns distúrbios relacionados com a peroxidação de lipídios e pigmentação foliar. Os herbicidas deste grupo atuam na redução dos teores de clorofila e carotenoides foliares, efeitos estes que podem ser observados também em plantas tolerantes (Carretero, 2008). Estes

herbicidas podem atuar também na liberação de etileno, etano e aldeído malônico (Kenyon & Duck, 1985), que podem atuar no balanço hormonal, e conseqüentemente em várias atividades fisiológicas das plantas.

A redução da condutância estomática foi observada em soja e *Portulaca oleracea* 6 horas após a aplicação do lactofen (Wichert & Talbert, 1993). Este herbicida pode promover o fechamento estomático devido aos processos oxidativos e aumento da concentração de óxido nítrico, estes que atuam como sinalizadores para o ABA, hormônio que atua regulando o fechamento estomático (Webb et al., 2001). Esta atuação do óxido nítrico tem sido observada em plantas de soja após a aplicação de lactofen (Carretero, 2008).

Decréscimo nos valores da taxa

transpiratória (E) foi observado quando as plantas de girassol foram submetidas ao tratamento com os herbicidas fomesafen, fluazifop-p-buthyl + fomesafen, fluazifop-p-buthyl, clethodim e chlorimuron-ethyl. Os demais tratamentos não diferiram das parcelas onde não foi aplicado qualquer produto (Tabela 5).

Plantas de girassol tratadas com fomesafen mostraram redução nos valores da relação carbono interno/carbono atmosférico (Ci/Ca) em relação à testemunha, entretanto, os herbicidas flumioxazin, fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, fluazifop-p-buthyl e clethodim apresentaram relação Ci/Ca superiores aos observados na testemunha. Assim os demais produtos não diferiram da testemunha sem herbicidas (Tabela 5).

**Tabela 5.** Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática de vapor d'água (gs -  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) taxa transpiratória (E -  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), relação entre as concentrações interna e externa de CO<sub>2</sub> (Ci:Ca), eficiência instantânea no uso da água (EUA -  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ de H}_2\text{O}$ ) e consumo de CO<sub>2</sub>( $\Delta\text{C}$ ) em folhas de girassol, 25 dias após a aplicação (DAH) de diferentes herbicidas. Viçosa (MG), 2013.

Tratamentos	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	A	gs	E	Ci/Ca	EUA	$\Delta\text{C}$
Testemunha <sup>1</sup>	----	25,71 a	1,38 a	9,11 a	0,88 b	2,89 a	35,32 a
Flumioxazin	50	20,90 a	1,58 a	9,68 a	0,91 a	2,17 a	29,79 a
Fomesafen	250	9,70 b	0,26 b	3,99 b	0,83 c	3,26 a	13,76 b
Lactofen	180	25,72 a	1,13 a	7,54 a	0,87 b	3,72 a	34,75 a
Fluazifop-p-buthyl + fomesafen	225 + 225	11,43 b	0,53 b	4,77 b	0,88 b	2,48 a	16,37 b
Fenoxaprop-p-ethyl + clethodim	93,75 + 93,75	21,19 a	1,41 a	9,59 a	0,90 a	2,35 a	30,04 a
Haloxifop-p-methyl	60	27,45 a	1,47 a	8,33 a	0,89 b	3,34 a	37,22 a
Fluazifop-p-butyl	187,5	22,70 a	1,54 a	7,02 b	0,91 a	3,40 a	31,11 a
Clethodim	96	23,41 a	1,75 a	6,30 b	0,92 a	4,00 a	31,73 a
Chlorimuron-ethyl	20	13,77 b	0,68 b	5,80 b	0,89 b	2,65 a	19,63 b
Isoxaflutole	75	23,16 a	1,50 a	8,78 a	0,90 a	2,75 a	32,23 a
CV (%)		24,2	31,19	23,85	2,81	44,21	21,46

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5 % de probabilidade.

Não foi observada diferença entre os tratamentos com relação à eficiência do uso da água (EUA), enquanto que para o CO<sub>2</sub> consumido ( $\Delta\text{C}$ ), os herbicidas fomesafen, a mistura fluazifop-p-buthyl + fomesafen e o chlorimuron-ethyl promoveram decréscimo nos valores dessa variável, sendo que, os demais tratamentos não afetaram o  $\Delta\text{C}$  (Tabela 5). Segundo Galon et al. (2010), o  $\Delta\text{C}$  está diretamente relacionado à intensidade

fotossintética da planta no momento da avaliação, ou seja, quanto mais lento for o metabolismo da planta, menor o consumo de CO<sub>2</sub> por unidade de tempo, reduzindo a diferença entre a concentração de carbono da atmosfera e do espaço interno da folha ( $\Delta\text{C}$ ).

A taxa fotossintética está diretamente relacionada à radiação fotossinteticamente ativa, ou seja, ao comprimento de onda de luz de 400 a 700 nanômetros, espectro de radiação que

está envolvido na fotossíntese, e indiretamente aos fatores relacionados, às trocas gasosas e disponibilidade hídrica (Naves-Barbiero et al., 2000), sendo altamente dependente da abertura estomática. Dessa forma, os herbicidas fomesafen, a mistura fluazifop-p-buthyl + fomesafen e o chlorimuron-ethyl promoveram a redução da gs e assim afetando negativamente de forma direta o consumo de CO<sub>2</sub>, a A e a E das plantas.

## Conclusões

Os herbicidas testados interferem de forma variada nas plantas de girassol. Os herbicidas flumioxazin, fenoxaprop-p-ethyl + clethodim, haloxyfop-p-methyl, fluazifop-p-buthyl e clethodim mostram-se seletivos a cultura.

O fomesafen, a mistura fluazifop-p-buthyl + fomesafen e chlorimuron-ethyl afetam negativamente o crescimento e os parâmetros fotossintéticos (A, gs, E e ΔC) do girassol, sendo considerados não seletivos à cultura.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento e Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e pelas bolsas concedidas.

## Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Agrofit*: consulta de produtos formulados. 2014. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 15 fev. 2014.
- BRIGHENTI, A.M. et al. Persistência e fitotoxicidade de herbicidas aplicados na soja sobre o girassol em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p.559-565, 2002.
- BRIGHENTI, A.M. et al. Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.5, p.651-657, 2003.
- BRIGHENTI, A.M. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.251-257, 2004.
- BRIGHENTI, A.M. Resistência do girassol a herbicidas inibidores da enzima acetolactatosintase. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.2, p.225-230, 2012.
- CARRETERO, D.M. **Efeitos da inibição da protoporfirinogênio IX oxidase sobre as trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em plantas de soja (*Glycine max* L. Merrill)**. 2008. 57f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- CASTRO, C. et al. **A cultura do girassol**. Londrina: Embrapa – CNPSo, 1997. 38p. (Embrapa-CNPSo. Circular Técnica, 13).
- ELEZOVIC, I. et al. Yield and yield components of imadazolinone-resistant sunflower (*Helianthus annuus* L.) are influenced by pre-emergence herbicide and time of post-emergence weed removal. **Field Crops Research**, v.128, n.14, p.137-146, 2012.
- GALON, L. et al. Influência de herbicidas na atividade fotossintética de genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.591-597, 2010.
- KENYON, W.H.; DUKE, S.O. Effects of acifluorfen on endogenous antioxidants and protective enzymes in cucumber (*Cucumis sativus* L.) cotyledons. **Plant Physiology**, v.79, n.3, p.862-866, 1985.
- NAVES-BARBIERO, C.C. et al. Fluxo de seiva e condutância estomática de duas espécies lenhosas sempre-verdes no campo sujo e cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, n.2, p.119-134, 2000.

PANNACCI, E.; GRAZIANI, F.; COVARELLI, G. Use of herbicide mixtures for pre and post-emergence weed control in sunflower (*Helianthus annuus*). **Crop Protection**, v.26, n.8, p.1150-1157, 2007.

SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Herbicidas: Classificação e mecanismo de ação. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. v.2, cap.3, p.58-117.

SILVA, D.V. et al. Seletividade de herbicidas pós-emergentes na cultura da mandioca. **Planta Daninha**, v.30, n.4, p.835-841, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42p.

WEBB, A.A.R. et al. The role of calcium in ABA-induced gene expression and stomatal movements. **Plant Journal**, v.26, n.3, p.351-362, 2001.

WICHERT, R.A.; TALBERT, R.E. Soybean (*Glycine max* L.) response to lactofen. **Weed Science**, v.41, n.3, p.23-27, 1993.

ZABLOTOWICZ, R.M.; REDDY, K.N. Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. **Crop Protection**, v.26, n.3, p.370-276, 2007.