



## Aspectos fisiológicos e crescimento do girassol após aplicação de herbicidas em pré-emergência

### *Physiological aspects and growth of sunflower after application of pre-emergent herbicides*

Ronaldo Matias Reis<sup>1</sup>, Daniel Valadão Silva<sup>2\*</sup>, Matheus Souza Freitas<sup>3</sup>, Marcelo Rodrigues dos Reis<sup>4</sup>, Evander Alves Ferreira<sup>5</sup>, Tocio Sedyama<sup>6</sup>

**Resumo** - Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de diferentes herbicidas aplicados em pré-emergência sobre as características relacionadas ao crescimento e à fisiologia das plantas de girassol. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando o delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo os tratamentos constituídos da aplicação, em pré-emergência do girassol, dos seguintes herbicidas: flumioxazin, sulfentrazone, oxyfluorfen, oxadiazon, s-metolachlor, linuron e pendimethalin, além de uma testemunha sem aplicação. As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 27 dias após a aplicação (DAAs) dos herbicidas, enquanto as análises de crescimento e intoxicação visual da cultura foram mensuradas aos 50 DAAs. As características fisiológicas avaliadas não foram alteradas pela aplicação dos herbicidas. Todavia, esses produtos interferiram de forma variada nas características relacionadas ao crescimento das plantas de girassol. Enquanto o girassol se recuperou da intoxicação causada pelo oxadiazon, notou-se menor crescimento da cultura pela aplicação do flumioxazin. Conclui-se que, nas doses avaliadas nesta pesquisa, os herbicidas oxyfluorfen, s-metolachlor, linuron, oxadiazon e pendimethalin apresentam potencial para aplicação em pré-emergência da cultura do girassol.

**Palavras-chave** - Análise de crescimento. *Helianthus annuus*. Tolerância a herbicidas.

**Abstract** - Studies aim to evaluate effects of different herbicides applied pre-emergence on the characteristics related to sunflower plants growth and physiology. The experiment was conducted in a greenhouse using a completely randomized design with five replications and the treatments consisted of application, sunflower pre-emergence, following herbicides: flumioxazin, sulfentrazone, oxyfluorfen, oxadiazon, s-metolachlor, linuron and pendimethalin, and an untreated control. The gas exchange was evaluated at 27 days after herbicide application (DAAs), while the analysis of growth and visual intoxication culture were measured at 50 DAAs. Evaluated the physiological characteristics were not altered by herbicides application. However, these products interfered variously related to growth of sunflower plants characteristics. While sunflower recovered from poisoning caused by the oxadiazon was noted slower growth in culture by application of flumioxazin. We conclude that at the doses evaluated in this study, the herbicide oxyfluorfen, s-metolachlor, linuron, oxadiazon and pendimethalin have potential for application in sunflower pre-emergence.

**Key words** - Growth analysis. *Helianthus annuus*. Herbicide tolerance.

\*Autor para correspondência.

Enviado para publicação em 18/07/2014 e aprovado em 22/09/2014

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, ronaldo.reis@ufv.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Pós-doutorando em Produção Vegetal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, MG, Brasil, danielvaladaos@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Discente do Curso de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, freitassouza@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Docente do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, MG, marcelo.reis@ufv.br

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Pós-doutorando em Produção Vegetal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, Brasil, evanderaves@gmail.com

<sup>6</sup>Engenheiro Agrônomo, Docente do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, t.sedyama@ufv.br

## Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta oleaginosa originária do continente norte-americano e cultivada atualmente em todo o mundo. No Brasil, a cultura vem ganhando espaço, principalmente nas regiões de Cerrado, como opção para o cultivo na safrinha. Entre as tecnologias necessárias à expansão da cultura, o controle químico de plantas daninhas é uma das mais relevantes, já que o girassol apresenta crescimento inicial lento e, conseqüentemente, baixa cobertura do solo, o que favorece o crescimento das plantas daninhas nas áreas de cultivo (BRIGHENTI *et al.*, 2004).

A interferência das plantas daninhas sobre o girassol pode reduzir o crescimento e a produção da cultura, devido, principalmente, à competição pelos recursos de crescimento, como água, luz e nutrientes (BRIGHENTI *et al.*, 2003; BRIGHENTI, 2012). As perdas podem variar de 23 a 81 % no rendimento de aquênios (CARRANZA *et al.*, 1995; VIDAL; MEROTTO JUNIOR, 2001). Dessa maneira, é necessária a adoção de medidas de controle das plantas daninhas, sendo o controle químico o método mais utilizado atualmente devido à eficiência e ao baixo custo em relação a outros métodos (SILVA *et al.*, 2009).

A base para o sucesso do controle químico na produção agrícola é a seletividade dos herbicidas, que pode ser definida como a medida da resposta diferencial das espécies de plantas à aplicação de uma determinada molécula (OLIVEIRA JÚNIOR, 2001). Na cultura do girassol, a principal limitação do uso de herbicida está na falta de opções de produtos, sobretudo, para controle de espécies dicotiledôneas (SILVA *et al.*, 2012). Brighenti *et al.* (2003) relataram a alta sensibilidade do girassol a herbicidas aplicados em pós-emergência de plantas. No entanto, são poucos os trabalhos que avaliaram a tolerância da cultura do girassol à aplicação de herbicidas pré-emergentes. Vale ressaltar que apenas o trifluralin e o alachlor possuem registro para aplicação em pré-emergência dessa cultura, sendo seu controle eficaz em um número relativamente pequeno de dicotiledôneas (LORENZI, 2000; BRASIL, 2014).

A ação dos herbicidas afeta (de algum modo) o metabolismo das plantas, mesmo nas doses recomendadas. Clorose, necroses foliares e redução do crescimento das plantas são sintomas de intoxicação evidenciados após a aplicação dos herbicidas (ZABLOTOWICZ; REDDY, 2007). Estudos sobre a fisiologia de espécies cultivadas associados, principalmente, às trocas gasosas e à eficiência na utilização da radiação luminosa, que são processos básicos na produção de biomassa, podem indicar os danos provocados pelos herbicidas às plantas (FARIA *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2014). Dessa maneira, espera-se que a associação das análises fisiológicas com o crescimento das

plantas de girassol possa fornecer importantes informações a respeito da sensibilidade da cultura aos herbicidas.

Considerando que o uso de herbicidas em pré-emergência oferece a vantagem do controle de plantas daninhas antes que estas possam competir com a cultura e provocar a redução do seu rendimento, realizou-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar a tolerância do girassol a diferentes herbicidas aplicados em pré-emergência, bem como os efeitos desses produtos nas características relacionadas à fisiologia e ao crescimento da cultura.

## Material e métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no município de Viçosa (MG), durante o período de abril a junho de 2013. O solo utilizado no preenchimento dos vasos foi coletado em camada subsuperficial de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com textura argilosa (46% de argila, 15% de silte e 39% de areia). De acordo com a análise química do solo (Tabela 1), foram ajustados os teores de cálcio e magnésio e corrigida a acidez do solo com calcário calcítico (2.000 kg ha<sup>-1</sup>), além da adubação com 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 (ALVAREZ; RIBEIRO, 1999). 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 inteiramente ao acaso com cinco repetições, sendo os tratamentos constituídos de sete herbicidas aplicados em pré-emergência de plantas de girassol e uma testemunha sem aplicação de herbicida (Tabela 2).

A aplicação dos herbicidas foi realizada após a semeadura do girassol híbrido HELIO 250, 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>. Foram semeadas quatro sementes por vaso com capacidade máxima de seis dm<sup>-3</sup> de substrato momentos antes da aplicação dos herbicidas, sendo que aos dez DAE realizou-se o desbaste, permanecendo uma planta por vaso (unidade experimental).

Aos 27 dias após a aplicação (DAAs) dos herbicidas, quando as plantas apresentavam-se no estágio de 6 folhas completamente expandidas, foram realizadas as avaliações de trocas gasosas, entre 09:00 h e 10:00 h, na primeira folha 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

**Tabela 1** - Caracterização química do solo utilizado no experimento**Table 1** - Chemical soil characterization used in the experiment

pH	P	K	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H+Al	T	t	V	m	MO	P-rem
	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%		dag kg <sup>-1</sup>		mg L <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>).

Extractors: 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 pré-emergência de plantas de girassol**Table 2** - Herbicides characteristics applied in sunflower plants pre-emergence

Mecanismo de ação	Nome comum	Produto comercial	Dose i.a (g ha <sup>-1</sup> )
Inibidores da PPO	Flumioxazin	Sumisoya®	50
	Sulfentrazone	Solara®	500
	Oxyfluorfen	Goal®	720
	Oxadiazon	Ronstar®	750
Inibidor da síntese de VLCFA	S-metolachlor	Dual Gold®	1.440
Inibidor do FSII	Linuron	Afalon SC®	900
Inibidor do arranjo de microtúbulos	Pendimethalin	Herbadox®	1.225

i.a. = ingrediente ativo; PPO = protoporfirinogênio oxidase; VLCFA = Very Long Chain Fatty Acids; FSII = Fotosistema II.

i.a. = active ingredient; PPO = protoporphyrinogen oxidase; VLCFA = Very Long Chain Fatty Acids; FSII = Photosystem II.

concentrações interna e externa de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>:C<sub>a</sub>), a eficiência instantânea no uso da água (A/E) e o consumo de CO<sub>2</sub> (ΔC) foram determinados em sistema aberto, sob luz saturante artificial (1.700 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (DA MATTA *et al.*, 2001), concentração de CO<sub>2</sub> ambiente, com um analisador de gás a infravermelho portátil (LICOR 6400XT, Li-COR, Lincoln, EUA).

Aos 50 DAAs dos herbicidas determinaram-se a altura de plantas (AP), o número de folhas (NF), a área foliar (AF) e a intoxicação das plantas de girassol (avaliada visualmente em %), atribuindo-se notas de acordo com os sintomas de toxidez na parte aérea das plantas, com base em escala variando de 0 a 100, sendo que 0% representa nenhuma injúria e 100%, morte das plantas, conforme a metodologia da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD) (1995). Além disso, o material vegetal colhido foi seco em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, até atingir peso constante para determinação da matéria seca de folha (MSF) e da matéria seca total (MST).

A taxa de crescimento da cultura (TCC) e a área foliar específica (AFE) das plantas de girassol foram calculadas pelas seguintes expressões:

$$TCC = \frac{MST}{DIAS} \text{ (gdia}^{-1}\text{)}$$

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \text{ (cm}^2\text{g}^{-1}\text{)}$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Para comparação de médias, utilizou-se o teste de Scott-Knott, adotando-se 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

As taxas de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), a condutância estomática (g<sub>s</sub>), a taxa transpiratória (E), a eficiência instantânea no uso da água (A/E), a relação entre as concentrações interna e externa de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>:C<sub>a</sub>) e o consumo de CO<sub>2</sub> (ΔC) das plantas de girassol, aos 27 DAAs dos herbicidas, não foram afetados pelos diferentes produtos avaliados (Tabela 3). Os valores de A variaram de 21,67 a 30,01 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, sendo esses valores extremos quando as plantas foram tratadas com flumioxazin e linuron, respectivamente. Esses valores concordam com os observados por Shahbaz *et al.* (2011) para oito cultivares de girassol cultivadas em ambiente protegido

e indicam que, mesmo sob aplicação dos herbicidas, as plantas não tiveram sua atividade fotossintética afetada.

Os herbicidas oxadiazon, flumioxazin, oxyfluorfen e sulfentrazone pertencem ao grupo dos inibidores protoporfirinogênio oxidase (PROTOX); 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). No entanto, essas reduções na atividade fotossintética não foram verificadas nas plantas de girassol aos 27 DAAs dos herbicidas avaliados (Tabela 3).

Os efeitos dos herbicidas testados dependem de sua atividade residual no solo, sendo que essa atividade residual pode sofrer influência não só de características físicas e químicas do solo como também das condições climáticas, principalmente temperatura, umidade, exposição à radiação solar (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005; SILVA *et al.*, 2007). É possível os efeitos deletérios do flumioxazin sobre o crescimento do girassol aconteçam

nos primeiros DAAs, não sendo observadas alterações na atividade fotossintética (Tabela 3), devido à baixa persistência do mesmo no solo (TAYLOR-LOVELL *et al.*, 2001). Em trabalho realizado por Bigot *et al.* (2007), a aplicação de flumioxazin sobre o solo com estacas de parreira com oito folhas provocou reduções na  $A$ ,  $g_s$  e  $E$  das plantas até o quinto DAA, para a menor dose (0,5 mM) do herbicida, depois houve aumento desses parâmetros fotossintéticos, de maneira que aos 25 DAAs os resultados foram similares ao encontrado para a testemunha.

O crescimento das plantas de girassol, medido pela ALT, pelo NF e pela (AF), não foi afetado pelos herbicidas avaliados. No entanto, as plantas que foram cultivadas em solo que recebeu a aplicação de oxadiazon, flumioxazin e sulfentrazone apresentaram sintomas mais elevados de intoxicação (INT), mas os valores não ultrapassaram 14%, considerado de baixa intoxicação. Já os demais tratamentos foram agrupados com a testemunha sem aplicação de herbicida (Tabela 4).

**Tabela 3** - Taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa transpiratória ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), eficiência instantânea no uso da água ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ de H}_2\text{O}$ ), relação entre as concentrações interna e externa de  $\text{CO}_2$  e consumo de  $\text{CO}_2$  em plantas de girassol cultivadas por 27 dias em solo tratado com diferentes herbicidas

**Table 3** - Rate of net  $\text{CO}_2$  assimilation ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), stomatal conductance ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiration rate ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), instantaneous water use efficiency ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ de H}_2\text{O}$ ), relation between the internal and external concentrations of  $\text{CO}_2$  (Ci:Ca) and  $\text{CO}_2$  consumption ( $\Delta C$ ) in sunflower plants grown for 27 days in soil treated with different herbicides

Herbicidas	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	A	gs	E	Ci:Ca	A/E	$\Delta C$
Testemunha	-	23,37 <sup>n.s.</sup>	0,79	7,67	29,17	0,83	3,10
Sulfentrazone	500	23,76	1,25	8,26	28,06	0,89	2,92
Oxyfluorfen	720	25,47	1,16	8,61	28,57	0,88	3,01
Flumioxazin	50	21,67	1,08	8,35	28,61	0,89	2,63
Oxadiazon	750	24,35	1,37	8,56	28,06	0,89	3,03
S-metolachlor	1.440	25,00	1,25	8,58	28,64	0,88	2,92
Linuron	900	30,01	1,63	8,23	26,83	0,90	3,81
Pendimethalin	1.225	28,31	1,38	7,62	26,88	0,89	3,73
C.V. (%)	-	22,25	21,88	15,17	3,55	27,32	19,45

i.a. = ingrediente ativo; CV = coeficiente de variação; A = taxas de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$ ;  $g_s$  = condutância estomática; E = taxa transpiratória; A/E = eficiência instantânea no uso da água; Ci:Ca = relação entre as concentrações interna e externa de  $\text{CO}_2$ ;  $\Delta C$  = consumo de  $\text{CO}_2$ ; n.s. = não significativo pelo teste de F, adotando-se 5 % de probabilidade.

i.a. = active ingredient; CV = coefficient of variation; A = rate of net  $\text{CO}_2$  assimilation;  $g_s$  = stomatal conductance; E = transpiration rate; A/E = instantaneous water use efficiency; Ci:Ca = relation between the internal and external concentrations of  $\text{CO}_2$ ;  $\Delta C$  =  $\text{CO}_2$  consumption; n.s. = not significant by F test at level of 5% probability.

**Tabela 4** - Altura, número de folhas, área foliar e intoxicação em plantas de girassol cultivadas por 50 dias em solo tratado com diferentes herbicidas

**Table 4** - Height, number of leaves, leaf area and toxicity in sunflower plants grown for 50 days in soil treated with different herbicides

Herbicidas	Dose i.a (g ha <sup>-1</sup> )	ALT (cm)	NF	AF (cm <sup>2</sup> )	INT (%)
Testemunha	-	57,00 a <sup>1</sup>	15,25 a	1706,24 a	0,00 a
Sulfentrazone	500	54,75 a	19,00 a	1389,06 a	7,50 b
Oxyfluorfen	720	53,88 a	18,50 a	1555,61 a	3,75 a
Flumioxazin	50	57,50 a	18,00 a	1130,91 a	12,50 b
Oxadiazon	750	47,88 a	16,00 a	1281,78 a	13,75 b
S-metolachlor	1.440	61,38 a	17,75 a	1767,88 a	5,00 a
Linuron	900	64,25 a	20,50 a	1677,52 a	6,25 a
Pendimethalin	1.225	62,83 a	16,25 a	2164,82 a	2,50 a
C.V. (%)	-	35,66	22,60	32,30	30,38

i.a. = ingrediente ativo; C.V. = coeficiente de variação; ALT = altura; NF = número de folhas; AF = área foliar; INT = intoxicação; <sup>1</sup>médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott, adotando-se 5 % de probabilidade.

*i.a.* = active ingredient; *CV* = coefficient of variation; *ALT* = height; *NF* = number of leaves; *AF* = leaf area; *INT* toxicity; <sup>1</sup>means followed by the same letter in the column do not differ significantly, the Scott-Knott test at level of 5% probability.

Erasmio *et al.* (2010) verificaram intoxicação em plantas de girassol inferior a 5% para a aplicação de oxadiazon na dose de 250 g ha<sup>-1</sup> em solo de várzea (matéria orgânica de 4,6 dag kg<sup>-1</sup>). Também, Fontes *et al.* (2013) constataram intoxicação em plantas de feijão-caupi inferior a 10% para as aplicações em pré-emergência de oxadiazon e sulfentrazone, nas doses de 600 e 500 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

As plantas de girassol cultivadas em solo tratado com flumioxazin apresentaram redução na MST diferindo dos demais tratamentos. Para MSF, as parcelas tratadas com flumioxazin e sulfentrazone apresentaram médias de 3,35 e 4,89 g, respectivamente, não diferindo da testemunha sem aplicação de herbicida (Tabela 5).

O linuron e o oxyfluorfen causaram baixa intoxicação ao girassol, porém não alteraram o crescimento da cultura (Tabelas 4 e 5) e são herbicidas com potencial no uso para a cultura. Esses resultados corroboram os observados por Pannacci *et al.* (2007), que também verificaram que a aplicação desses produtos não alterou a produtividade da cultura.

O girassol apresentou tolerância ao sulfentrazone, visto que o herbicida não afetou o crescimento da cultura. O principal fator para a tolerância de algumas plantas ao sulfentrazone parece ser o metabolismo diferencial do herbicida, embora outros efeitos, como o movimento limitado desse produto a partir do local de aplicação até o

sítio de ação, tenham sido observados (VAUGHN; DUKE, 1991; DAYAN *et al.*, 1996; DAYAN *et al.*, 1997). De acordo com Bailey *et al.* (2003), a absorção radicular e a translocação diferencial do sulfentrazone contribuem para níveis diferenciados de tolerância, como os mecanismos primários, em batata, *Chenopodium album* e *Daturastramonium*.

A TCC do girassol foi afetada negativamente apenas nas parcelas tratadas com o herbicida flumioxazin (Tabela 5). A TCC é considerada um índice de eficiência da planta, pois reflete a capacidade produtiva diária de biomassa da planta.

Com relação à AFE, constatou-se que todos os herbicidas testados, exceto o pendimethalin e o flumioxazin, promoveram acréscimos no valor dessa variável em relação à testemunha (Tabela 5). Valores elevados de AFE, maior AF e menor MSF, estão relacionados à menor espessura da lâmina foliar; dessa forma, pode-se afirmar que plantas de girassol tratadas com os herbicidas em estudo apresentaram redução na espessura da lâmina foliar, exceto para pendimethalin e flumioxazin, que não afetaram tal característica.

O pendimethalin e o s-metolachlor são herbicidas usados para o controle de plantas daninhas monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas em culturas como cana-de-açúcar, algodão e soja (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005), e, de acordo com os resultados desta

**Tabela 5** - Matéria seca total, matéria seca foliar, taxa de crescimento da cultura, área foliar específica de plantas de girassol cultivadas por 50 dias em solo tratado com diferentes herbicidas**Table 5** - Total dry matter, leaf dry matter, growth rate, specific leaf area of sunflower plants grown for 50 days in soil treated with different herbicides

Herbicidas	Dose i.a (g ha <sup>-1</sup> )	MST (g)	MSF (g)	TCC (g dia <sup>-1</sup> )	AFE (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )
Testemunha	-	12,64 a1	4,66 b	0,25 a	0,27 b
Sulfentrazone	500	13,09 a	4,89 b	0,26 a	0,35 a
Oxyfluorfen	720	13,30 a	5,62 a	0,27 a	0,36 a
Flumioxazin	50	7,88 b	3,35 b	0,15 b	0,29 b
Oxadiazon	750	12,40 a	6,05 a	0,24 a	0,47 a
S-metolachlor	1.440	16,72 a	7,55 a	0,33 a	0,43 a
Linuron	900	15,08 a	6,73 a	0,30 a	0,40 a
Pendimethalin	1.225	14,92 a	6,59 a	0,28 a	0,30 b
C.V. (%)	-	22,73	27,07	27,90	15,76

i.a.= ingrediente ativo; MST = matéria seca total; MSF = matéria seca foliar; TCC = taxa de crescimento da cultura; AFE = área foliar específica <sup>1</sup>médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott, adotando-se 5 % de probabilidade; CV = coeficiente de variação.

*i.a.* = active ingredient; *MST* = total dry matter; *MSF* = leaf dry matter; *TCC* = growth rate; *AFE* = specific leaf area; <sup>1</sup>means followed by the same letter in the column do not differ significantly, the Scott-Knott test at level of 5% probability; *CV* = coefficient of variation.

pesquisa, apresentam potencial para a aplicação em pré-emergência do girassol. Pannacci *et al.* (2007) recomendam que, na presença de plantas daninhas tolerantes a esses herbicidas, seja realizada a mistura dos mesmos com outros herbicidas, como o linuron ou o oxyfluorfen, em aplicações em pré-emergência.

## Conclusões

Os herbicidas oxyfluorfen, s-metolachlor, linuron, oxadiazon e pendimethalin apresentam potencial para aplicação em pré-emergência do girassol, nas doses avaliadas neste trabalho.

Os herbicidas avaliados não afetam a atividade fotossintética das plantas de girassol.

A aplicação do flumioxazin em pré-emergência reduz a taxa de crescimento do girassol.

## Agradecimentos

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.

## Literatura científica citada

- ALVAREZ, V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. Cap. 5, p. 43-60.
- BAILEY, W. A.; HATZIOS, K. K.; BRADLEY, K. W.; WILSON, H. P. Absorption, translocation, and metabolism of sulfentrazone in potato and selected weed species. **Weed Science**, v. 51, n. 1, p. 32-36, 2003.
- BIGOT, A.; FONTAINE, F.; CLEMENT, C.; VAILLANT-GAVEAU, N. Effect of the herbicide flumioxazin on photosynthetic performance of grapevine (*Vitisvinifera* L.). **Chemosphere**, v. 67, n. 6, p. 1243-1251, 2007.
- 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. Resistência do girassol a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 225-230, 2012.
- BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 5, p. 651-657, 2003.
- BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; SCAPIM, C. A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 251-257, 2004.

- CARRANZA, P.; SAAVEDRA, M.; GARCIA-TORRES, L. Competition between *ridolfia-segetum* and sunflower. **Weed Research**, v. 35, n. 5, p. 369-375, 1995.
- DA MATTA, F. M.; LOSS, R. A.; RODRIGUES, R.; BARROS, R. S. Actual and potential photosynthetic rates of tropical crop species. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 1, p. 24-32, 2001.
- DAS, A. C.; DEBNATH, A.; MUKHERJEE, D. Effect of the herbicides oxadiazon and oxyfluorfen on phosphates solubilizing microorganisms and their persistence in rice fields. **Chemosphere**, v. 53, n. 3, p. 217-221, 2003.
- DAYAN, F. E.; WEETE, J. D.; DUKE, S. O.; HANCOCK, H. G. Soybean (*Glycine max*) cultivar differences in response to sulfentrazone. **Weed Science**, v. 45, n. 5, p. 634-641, 1997.
- DAYAN, F. E.; WEETE, J. D.; HANCOCK, H. G. Physiological basis for differential sensitivity to sulfentrazone by sicklepod (*Senna obtusifolia*) and coffee senna (*Cassia occidentalis*). **Weed Science**, v. 44, n. 1, p. 12-17, 1996.
- ERASMO, E. A. L.; COSTA, N. V.; PERUZZO, A. S.; BARBERATO JUNIOR, J. E. Efeito de herbicidas aplicados em solo de várzea sobre a cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 843-852, 2010.
- FARIA, A. T.; SARAIVA, D. T.; PEREIRA, A. M.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, A. A.; SILVA, D. V.; FERREIRA, E. A.; BENEVENUTE, S. S. Atividade fisiológica da cana-de-açúcar após a aplicação de herbicidas em pré-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 2, p. 171-178, 2013.
- FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, I. J.; GONÇALVES, J. R. P. Seletividade e eficácia de herbicidas para cultura do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 1, p. 47-55, 2013.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 339 p.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. (Coords.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 291-314.
- 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.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 3. ed. Londrina: IAPAR, 2005. 591 p.
- SHAHBAZ, M.; ASHRAF, M.; AKRAM, N. A.; HANIF, A.; HAMEED, S.; JOHAM, S.; REHMAN, R. Salt-induced modulation in growth, photosynthetic capacity, prolinecontente and ion accumulation in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 33, n. 4, p. 1113-1122, 2011.
- 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: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 83-148.
- SILVA, H. L.; TREZZI, M. M.; MARCHESE, J. A.; BUZZELLO, G.; MIOTTO JUNIOR, E.; PATEL, F.; DEBASTIANI, F.; FIORESE, J. Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 655-663, 2009.
- SILVA, J. I. C.; MARTINS, D.; PEREIRA, M. R. R.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; COSTA, N. V. Determinação dos períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 27-36, 2012.
- SILVA, D. V.; SILVEIRA, H. M.; FERREIRA, E. A.; CARVALHO, F. P.; CASTRO NETO, M. D.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T. Aspectos fisiológicos da mandioca após a aplicação dos herbicidas fluazifop-p-butil e fomesafen. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 178-183, 2014.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBPCPD, 1995. 42 p.
- TAYLOR-LOVELL, S.; WAX, L. M.; NELSON, R. Phytotoxic response and yield of soybean (*Glycine max*) varieties treated with sulfentrazone or flumioxazin. **Weed Technology**, v. 5, n. 1, p. 95-102, 2001.
- VAUGHN, K. C.; DUKE, S. O. Mechanisms of resistance. In: EBING, W. **Chemistry of plant protection**. New York: Springer-Verlag, 1991. p. 142-169.
- VIDAL, R. A.; MEROTTO JUNIOR, A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Edição do Autor, 2001. 152 p.
- 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. 370-376, 2007.