

## RESPOSTA DO METABOLISMO SECUNDÁRIO EM PLANTAS DE GIRASSOL APÓS A APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

**TESSARO, Daniela<sup>1</sup>; LANGARO, Ana Claudia<sup>1</sup>; FRANCO, Jader Job<sup>2</sup>; MANICABERTO, Roberta<sup>3</sup>; OLIVEIRA, Claudia de<sup>2</sup>; AGOSTINETTO, Dirceu<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia (FAEM/UFPeI); <sup>2</sup> Eng. Agrº. Mestrando PPG Fitossanidade (FAEM/UFPeI); <sup>3</sup> Eng. Agrº. Bolsista CAPES/PNPD, PPG Fitossanidade (FAEM/UFPeI); <sup>4</sup> Eng. Agrº. Dr. Professor Adjunto PPG Fitossanidade (FAEM/UFPeI) - Orientador. Endereço eletrônico para correspondência: dani.tes@hotmail.com

### 1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma das culturas anuais mais importantes no mundo, cultivado principalmente em função da qualidade do seu óleo (DE LA VEGA e HALL, 2002). Esse cultivo é realizado com sucesso em uma ampla área geográfica por existirem cultivares adaptadas a diferentes condições ambientais (BEARD e GENG, 1982). Porém, as plantas daninhas, especialmente as magnoliopsidas, causam perdas substanciais à cultura do girassol (BRUNIARD e MILLER, 2001; BRECCIA et al., 2011). Como por exemplo, a competição entre plantas de girassol e *Kochia scoparia* nas densidades de 0,3, 1, 3 e 6 plantas m<sup>-1</sup> na linha foram responsáveis por reduzir o rendimento do girassol em 7, 10, 20 e 27%, respectivamente (DURGAN et al., 1990).

A população de plantas daninhas foi tradicionalmente controlada com aplicações de herbicidas de pré-emergência, devido a escassa disponibilidade de herbicidas de pós-emergência (RAPPARINI, 1996; KERR et al., 2004). No Brasil existem atualmente apenas dois herbicidas registrados para essa cultura, o trifluralin e o alachlor (AGROFIT, 2012). Os herbicidas mencionados controlam poucas espécies magnoliopsidas, com maior eficiência em espécies poaceas. Da mesma forma, os herbicidas S-metolachlor (Dual Gold®) e o isoxaflutole (Fordor®), não registrados para a cultura do girassol (AGROFIT, 2012), mas também com recomendação de aplicação na pré-emergência e com ação de controle, de forma geral, sobre as mesmas espécies citadas anteriormente, foram o alvo de pesquisa desse trabalho.

Além da importância que a aplicação de herbicidas em pós-emergência assume para o controle das plantas daninhas, outro fator a ser considerado é a época de aplicação do herbicida. Embora tenha efeito direto nos componentes de rendimento da cultura, não há pesquisas que mostram as alterações bioquímicas e metabólicas na célula. Nesse contexto, o trabalho objetivou verificar o metabolismo secundário (especializado), quantificando os teores de clorofila e de carotenoides, após a aplicação dos herbicidas S-metolachlor e isoxaflutole.

### 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e laboratório na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI), no município de Capão do Leão - RS, na estação de cultivo 2011/12. O experimento foi executado em delineamento completamente casualizado, com quatro repetições, sendo os tratamentos arranjanado em esquema bifatorial, onde para

o fator A foi atribuído os herbicidas (S-metolachlor - Dual Gold® e o isoxaflutole - Fordor®, além da testemunha) e ao fator B as épocas de aplicação (pré e pós-emergência). Os herbicidas foram aplicados nas doses de 1.200 g i.a ha<sup>-1</sup> e 10 g i.a ha<sup>-1</sup>, para o S-metolachlor e isoxaflutole, respectivamente (AGROFIT, 2012). Cada unidade experimental foi composta por vaso plástico com capacidade para 8 L contendo solo classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (EMBRAPA, 1999). A cultivar de girassol utilizada foi BRS 321, de ciclo precoce, foram semeadas 15 sementes em cada recipiente e após a emergência das plantas, foi procedido desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso. A adubação química foi realizada na instalação do experimento, obedecendo à análise química do solo.

A aplicação dos tratamentos foi realizada em pré-emergência logo após a semeadura e em pós-emergência quando as plantas atingiram quatro folhas, com pulverizador costal, pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com bico do tipo leque com ponta de pulverização 110.015, calibrado para aplicar 150L ha<sup>-1</sup> de calda herbicida. Aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos foi realizada a coleta das folhas a partir de uma amostra composta com todas as plantas da unidade experimental, sendo armazenadas a -80°C até o momento da realização das avaliações que seguem descritas abaixo.

Os teores de clorofilas e de carotenoides totais foram determinados com amostras de 0,1 g maceradas em um almofariz em presença de 5 mL de acetona a 80% (v/v). O material foi centrifugado a 10.000 rpm por 10 minutos e o sobrenadante transferido para balão volumétrico de 20 mL, completando-se esse volume com acetona a 80% (v/v). Os teores de clorofila *a*, *b*, totais (*a+b*) e de carotenoides totais foram calculados pelo uso das fórmulas de Lichtenthaler (1987) a partir da absorbância da solução obtida por espectrofotometria a 647, 663 e 470 nm. Os resultados foram expressos em mg g<sup>-1</sup> de MF.

Os dados foram analisados quanto a sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e pela homocedasticidade pelo teste de Hartley. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ). Os efeitos de herbicidas foram avaliados pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ) e os efeitos de época de aplicação pelo teste *t* ( $p \leq 0,05$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores testados para todas as variáveis estudadas. Ao comparar o efeito dos herbicidas em pré-emergência, observou-se que o isoxaflutole para os teores de clorofila *a*, *b* e total apresentou um decréscimo de 78, 106 e 85%, respectivamente, em relação à testemunha. Enquanto que, para o teor de carotenoides totais não ocorreu diferença significativa deste herbicida com a testemunha (Tab. 1). A explicação para esses resultados estão relacionados com o efeito que o isoxaflutole causa sobre as plantas, inibindo a biossíntese de carotenoides e causando o fotobranqueamento de tecidos verdes, porque as clorofilas sofrem destruição fotodinâmica na ausência de cor dos carotenóides (BÖGER e SANDMANN, 1998).

O isoxaflutole é rapidamente convertido em metabólito diquetonitrila, que inibe a 4-hidroxifenil-piruvato dioxigenase (HPPD) a partir da degradação do aminoácido tirosina, com inibição indireta da fitoeno desaturase resultante da depleção de um co-fator essencial, a plastoquinona. Esse herbicida bloqueia

também o transporte de elétrons da fotossíntese, no fotossistema II, pela menor produção de plastoquinona necessária ao transporte de elétrons, gerando o estado de clorofila tripleno e os demais radicais livres (PALLET et al., 1998; VIVIANI et al., 1998).

Em pós-emergência, o S-metolachlor apresentou diferença significativa em relação aos demais para clorofila *a* e total. Isso decorre das características do herbicida, que por pertencer ao grupo químico das acetamidas, é aplicado, em pré-emergência ou pré-plantio incorporado, atuando como inibidor da parte aérea das plantas (VIDAL e FLECK, 2001).

Para o efeito de época de aplicação, ocorreu diferença significativa entre pré e pós-emergência, somente para o isoxaflutole nas variáveis de clorofila *a* e total e de carotenóides totais. A aplicação em pós-emergência, em valores absolutos, foi muito mais eficiente em preservar os pigmentos avaliados (clorofila e carotenoide), em ambos os herbicidas.

Tabela 1 – Teores de clorofila *a*, *b*, total (*a+b*) e carotenóides totais (mg g<sup>-1</sup>) extraídos de folhas de girassol, em função dos herbicidas S-metolachlor e do isoxaflutole aplicados em pré e pós-emergência. FAEM/UFPEl, Capão do Leão/RS, 2011/12.

Herbicida	Época de aplicação	
	Pré-emergência	Pós-emergência
Clorofila <i>a</i>		
Testemunha	0,82 a <sup>ns</sup>	0,74 b <sup>1/</sup>
S-metolachlor	0,80 a <sup>ns</sup>	0,99 a
Isoxaflutole	0,46 b*	0,68 b
Clorofila <i>b</i>		
Testemunha	0,33 a <sup>ns</sup>	0,26 a
S-metolachlor	0,36 a <sup>ns</sup>	0,34 a
Isoxaflutole	0,16 b <sup>ns</sup>	0,25 a
Clorofila total		
Testemunha	1,15 a <sup>ns</sup>	1,00 b
S-metolachlor	1,16 a <sup>ns</sup>	1,33 a
Isoxaflutole	0,62 b*	0,93 b
Carotenóides totais		
Testemunha	0,19 ab <sup>ns</sup>	0,20 a
S-metolachlor	0,21 a <sup>ns</sup>	0,21 a
Isoxaflutole	0,14 b*	0,22 a

<sup>1/</sup> Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan (p≤0,05), comparando herbicidas. \* e <sup>ns</sup> Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste t (p≤0,05), comparando época de aplicação dentro de cada herbicida.

#### 4 CONCLUSÃO

O isoxaflutole aplicado em pré-emergência reduz os teores de clorofila *a* e *b*. A aplicação em pós-emergência, tanto do isoxaflutole quanto do S-metolachlor, preserva os pigmentos, clorofila e carotenoide.

#### 5 REFERÊNCIAS

AGROFIT: **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins, 2011. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 19 de jul. 2012.

BEARD, B.H.; GENG, S. Interrelationships of morphological and economic characters of sunflower. **Crop Science**, v.22, p.817-822. 1982.

BÖGER, P.; SANDMANN, G. Carotenoid biosynthesis inhibitor herbicides – mode of action and resistance mechanisms, **Pesticide**, v.9, p.29-35, 1998.

BRECCIA, G.; VEGA, T.; NESTARES, G.; MAYOR, M.L.; ZORZOLI, R.; PICARDI, L. Rapid test for detection of imidazolinone resistance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Plant Breeding**, v.130, p.109-113, 2011.

BRUNIARD, J.M.; MILLER, J.F. Inheritance of imidazolinone-herbicide resistance in sunflower. **Helia**, v.24, p.11-16, 2001.

DE LA VEGA, A.J.; HALL, A.J. Effects of planting date, genotype, and their interactions on sunflower yield: I. Determinants of oil-corrected grain yield. **Crop Science**, v.42, p.1191-1201. 2002.

DURGAN, B.R.; DEXTER, A.G.; MILLER, S.D. Kochia (*Kochia scoparia*) interference in sunflower (*Helianthus annuus*). **Weed Technology**, v.4, p.52-56, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1999. 412p.

KERR, G.W.; STAHLMAN, P.W.; DILLE, J.A. Soil pH and cation exchange capacity affects sunflower tolerance to sulfentrazone. **Weed Technology**, v.18, p.243-247, 2004.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: COLOWICK, S.P.; KAPLAN, N.O. **Methods in enzymology**. San Diego: Academic Press, 1987. p.350-382.

PALLET, K.E.; LITTLE, J.P.; SHEEKEY, M.; VEERASEKARAN, P. THE mode of action of isoxaflutole. I. Physiological effects, metabolism, and selectivity. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.62, p.113-124, 1998.

RAPPARINI, G. **Il diserbo delle colture**. Edizioni L'Informatore Agrario, Verona, Italy, 1996. p.496.

VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Inibidores do crescimento da parte aérea. In: VIDAL, R.A.; MEROTO JR., A. (Orgs.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001. p. 123-130.

VIVIANI, F.; LITTLE, J.P.; PALLET, K.E. The mode of action of isoxaflutole. II. Characterization of the inhibition of carrot 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase by the diketonitrile derivative of isoxaflutole. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.62, p.125-134, 1998.