

PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E DE CRESCIMENTO EM CULTIVARES DE GIRASSOL SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND GROWTH IN SUNFLOWER CULTIVARS UNDER DROUGHT STRESS AT CONTROLLED CONDITIONS

LARISSA A. C. MORAES¹; LILIANE M. MERTZ-HENNING¹; CLÁUDIO G. P. DE CARVALHO¹; ADÔNIS MOREIRA¹

¹ Embrapa Soja, Caixa Postal 231, 86001-970 Londrina, PR. e-mail: larissa.moraes@embrapa.br.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de seis cultivares de girassol (BRS 323, BRS 321, M 734, BR G 43, AGUARÁ 04 e AGUARÁ 06), submetidas ao estresse por déficit hídrico em casa de vegetação. Os tratamentos foram dispostos em cinco blocos casualizados. O estresse por déficit hídrico foi aplicado quando as plantas apresentaram a sexta folha completamente expandida, sendo cada cultivar submetida a duas condições hídricas: i) déficit hídrico, com supressão total da irrigação e ii) manutenção da capacidade de campo, com irrigação diária e suficiente para saturar o substrato contido nos vasos. Foram avaliados os parâmetros de crescimento MSPA (matéria seca da parte aérea), MSR (matéria seca das raízes) e relação MSR/MSPA. Além disso, foram determinadas a fotossíntese líquida (A), a condutância estomática ao vapor de água (gs) e o conteúdo de clorofila pelo índice SPAD. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste F e comparadas pelo teste de Snott-Knott a 5% de probabilidade. Foi observado o efeito negativo do estresse por déficit hídrico para todas as variáveis de crescimento analisadas. A fotossíntese e condutância estomática também foram afetadas em função do estresse. As cultivares BRG 43 e AGUARÁ 04 foram as que apresentaram maior sensibilidade ao estresse, enquanto AGUARÁ 06, BRS 321 e M 734 mostraram melhor adaptação.

Palavras-chave: fotossíntese líquida, condutância estomática, *Helianthus annuus*

Abstract

The aim of this study was to evaluate six sunflower cultivars (BRS 323, BRS 321, M 734, G BR 43, AGUARA 04 and AGUARA 06), submitted to drought stress under greenhouse conditions. The treatments were arranged in five randomized blocks. The drought stress was applied when plants showed sixth fully expanded leaf. Each cultivar was submitted under two water conditions: i) water deficit, with total

suppression of irrigation and ii) maintenance of field capacity, with daily irrigation sufficient to saturate the substrate. The growth parameters SDW (shoot dry weight), RDW (root dry weight) and RDW/SDW ratio were evaluated. Moreover it was determined photosynthesis (A), stomatal conductance (Gs) and the chlorophyll content by SPAD index. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the means compared by Snott-Knott test at 5% of probability. According to results negative effect of drought was detected for all plant growth parameters. The photosynthesis and stomatal conductance were also negatively affected by drought stress. Cultivars BRG 43 and AGUARÁ 04 were more sensitivity to stress, while the cultivars AGUARÁ 06, BRS 321 and M 734 showed better adaptation in stress conditions.

Key-words: net photosynthesis, stomatal conductance, *Helianthus annuus*

Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) apresenta tolerância ao estresse hídrico, principalmente por apresentar raízes de até dois metros de profundidade, o que lhe confere grande adaptabilidade em diferentes condições edafoclimáticas. Apesar dessas características, períodos prolongados de déficit hídrico podem prejudicar seu desempenho agrônomo (Castro e Farias, 2005). A identificação de genótipos produtivos e com maior tolerância à seca aliada ao manejo adequado da cultura para tais situações podem permitir maior expansão do girassol em locais de maior período de escassez hídrica, onde a maioria das culturas apresentam limitações no seu desenvolvimento. A restrição hídrica é um dos fatores abióticos que influencia negativamente a produtividade de diversas culturas, tais como: milho, soja e algodão (Tran et al., 2010). Esse problema ocorre em diversas regiões do planeta e espera-se o seu agravamento nas próximas décadas em decorrência, principalmente, das mudanças climáticas globais (Burke et al., 2006).

Em condições de estresse hídrico ocorre o fechamento estomático nas plantas, o que reduz a perda excessiva de água pela transpiração e diminuição do suprimento de CO₂ para as folhas. Com isso, a taxa de fixação do CO₂ diminui com conseqüente reflexo negativo no crescimento e produção dessas plantas. A avaliação dessas características fisiológicas podem ser ferramentas eficientes para auxiliar a seleção de genótipos de girassol tolerantes a esse tipo de estresse abiótico (Chaves et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de seis cultivares em relação aos componentes fisiológicos relacionados à produção quando submetidas ao estresse hídrico.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação da Embrapa Soja, situada no município de Londrina, Estado do Paraná, sob condições naturais de fotoperíodo e temperaturas máximas diurna e noturna de 32°C e 18°C, respectivamente.

Sementes de seis cultivares de girassol (BRS 323, BRS 321, M 734, BR G 43, AGUARÁ 04 e AGUARÁ 06) foram semeadas em vasos com 1L de capacidade. Estes foram previamente preenchidos com substrato constituído de terra, areia e composto orgânico na proporção de 3:2:2. Foram semeadas cinco sementes e após a germinação, realizou-se o desbaste mantendo apenas uma planta por vaso.

Os tratamentos foram dispostos em cinco blocos inteiramente casualizados, para cada tratamento. Quando as plantas apresentaram a sexta folha completamente expandida, as mesmas foram submetidas a duas condições hídricas: i) déficit hídrico, com supressão total da irrigação e ii) manutenção da capacidade de campo, com irrigação diária e suficiente para saturar o substrato contido nos vasos. Todos os vasos foram envoltos em saco de plástico com a abertura amarrada na base da haste para evitar a perda de água por evaporação da água retida no substrato.

Após período de 11 dias, quando as plantas mostravam-se visualmente afetadas pelo estresse, foram realizadas medidas da fotossíntese líquida (A), condutância estomática ao vapor de água (Gs) com o auxílio de um analisador portátil de gases por infravermelho (LC-pro, ADC, Hoddesdon, UK) nas folhas maduras

mais recentes. As medidas foram realizadas no interior da casa de vegetação entre 8 e 10h e em boas condições de luminosidade natural e as seguintes condições estabelecidas no aparelho: radiação fotossinteticamente ativa (PAR) 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; referência de CO₂, 400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$; referência de água, 18-20 mmol mol⁻¹ e fluxo de CO₂, 400 $\mu\text{mol s}^{-1}$. Posteriormente as plantas foram reidratadas, realizando-se uma nova leitura após 3 horas em recuperação. Na mesma folha foi determinada a unidade SPAD e convertida para teor de clorofila pela equação $\hat{y} = 0,0691 \times \exp^{0,0459 \times \text{SPAD}}$ (Uddling et al., 2007).

Para a determinação da massa seca dos tecidos da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) estes foram acondicionados separadamente em saco de papel e secos por três dias a temperatura de 60°C em estufa de ventilação forçada, sendo a massa determinada por meio de pesagem em balança com sensibilidade de 0,01g.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste F e comparadas pelo teste de Snott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

O estresse por déficit hídrico (EDH) apresentou interação significativa entre cultivares \times condições hídricas, com redução da MSPA, MSR e na relação MSR/MSPA quando comparado ao tratamento controle (Tabela 1). As cultivares e m EDH que apresentaram melhor desempenho foram M 734, BRS 321, BRS 323 e Aguará 06, enquanto a Aguará 04 teve menor valor de MSR e MSR/MSPA, demonstrando a maior sensibilidade desse material ao estresse (Tabela 1).

As diferenças observadas nas variáveis de crescimento foram conseqüências das alterações fisiológicas ocorridas nas plantas em resposta ao EDH. No tratamento com estresse, todas as cultivares sofreram reduções na A e no Gs (Tabela 2). Com relação a clorofila, exceto para as cultivares AGUARÁ 06 e BR G 43, o estresse também promoveu alterações para essa variável.

Corroborando Tezara et al. (2002) e Cechin et al. (2010), as plantas quando submetidas ao EDH reduzem a condutância estomática a fim de evitar a perda de água pela transpiração, que na maioria das vezes resulta em menor taxa fotossintética e redução no crescimento vegetal. A insuficiência hídrica promove uma série de alterações de caráter fisiológico, morfológico e

metabólico em todos os órgãos da planta (Klammowski e Treder, 2006) e uma das primeiras respostas é a redução da condutância estomática devido ao fechamento dos estômatos e, conseqüente redução da taxa fotossintética (Shinozaki e Yamaguchi-Shinozaki, 2007).

Houve interação significativa entre cultivares × condições hídricas apenas para A, o que indica a influência do fator genético nesses componentes quando submetidas a diferentes condições hídricas. As cultivares que apresentaram melhor desempenho fotossintético na condição de EDH e após a reidratação foram AGUARÁ 06, BRS 321 e M 734, que diferiram estatisticamente das BRS 323, AGUARÁ 04 e BR G 43. Observou-se ainda, correspondência entre esses valores e a MSR, sendo este investimento da planta na utilização de fotoassimilados para o aumento do sistema radicular em condições de EDH, uma estratégia utilizada pelas plantas na tentativa de manter o seu turgor (Spollen e Sharp, 1991).

De maneira geral, entre as cultivares avaliadas, as variáveis de crescimento (Tabela 1) e fisiológicas (Tabela 2), a cultivar que apresentou a maior sensibilidade ao estresse foi a AGUARÁ 04, seguida pela BR G 43, enquanto as cultivares AGUARÁ 06, BRS 321 e M 734 foram menos sensíveis ao estresse

Conclusão

O EDH reduz a fotossíntese e a condutância estomática em plantas de girassol, com reflexos negativos para o crescimento de plantas.

As cultivares AGUARÁ 04 e BR G 43 foram as mais sensíveis, enquanto AGUARÁ 06, BRS 321 e M 734 mostraram melhor adaptação ao estresse por déficit hídrico.

Referências

BURK, E.; BROWN, S. J.; CHRISTIDIS, N. Modeling the recent evolution of global drought and projections for the twenty-first century with the Hadley center climate model. **Journal Hydrometeorology**, v. 7, p. 1113-1125, 2006

CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 163-218.

CHAVES, M. M.; MAROCO, J. P.; PEREIRA, J. S. Understanding plant response to drought: from genes to the whole plant. **Functional Plant Biology**, v.30, p.239-264, 2003.

CECHIN, I.; CORNIANI, N.; FUMIS, T. de F.; CATANEO, A. C. Differential responses between mature and young leaves of sunflower plants to oxidative stress caused by water deficit. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1290-1294, 2010.

KLAMKOWSK, K.; TREDER, W. Morphological and physiological response of strawberry plants to water stress. **Agriculture Conspectus Scientificus**, v. 71, n. 4, p. 159-165, 2006.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 2, p. 221-227, 2007.

SPOLEN, W. G.; SHARP, R. E. Spatial distribution of turgor and root growth at low water potentials. **Plant Physiology**, v. 96, p. 438-443. 1991

TEZARA, W.; MITCHELL, U.; DRICOLL, S. P.; LAWLOR, D. W. Effects of water deficit and its interaction with CO₂ supply on the biochemistry and physiology of photosynthesis in sunflower. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 375, p. 1781-1791, 2002.

TRAN, L. S.; NISHIYAMA, R.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. Potential utilization of NAC transcription factors to enhance abiotic stress tolerance in plants by biotechnological approach. **GM crops**, v. 1, n. 1, p. 32-38, 2010.

UDDLING, J.; GELAND-ALFREDSSON, J.; PIIKKI, K.; PLEIJEL, H. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. **Photosynthesis Research**, v. 91, p. 37-46, 2007.

Tabela 1. Parâmetros de crescimento MSPA (matéria seca da parte aérea), MSR (matéria seca das raízes) e relação MSR/MSPA de seis cultivares de girassol sob dois regimes hídricos.

Cultivares	MSR		MSPA		MSR/MSPA	
	C	DH	C	DH	C	DH
	(g)					
M 734	0,8bA	0,4aB	2,8aA	1,7aB	0,3aA	0,2aB
BRS 321	0,7bA	0,4aB	2,1bA	1,2aB	0,3aA	0,3aA
Aguará 04	1,0aA	0,2cB	2,6aA	1,5aB	0,4aA	0,1bB
BRS 323	0,8bA	0,5aB	2,9aA	1,8aB	0,3aA	0,3aA
Aguará 06	0,9aA	0,4aB	2,9aA	1,9aB	0,3aA	0,3aA
BR G 43	0,7bA	0,3bB	2,1bA	1,6aB	0,4aA	0,2aB
Média	0,8A	0,4B	2,6A	1,6B	0,3A	0,2B
Teste F						
Cultivares (a)	*		*		ns	
Condição (b)	*		*		*	
a × b	*		ns		*	
CV (%)	14,68		18,68		21,86	

*Significativo a 5% de probabilidade. ns não significativo. Médias seguidas por letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas dentro de cada cultivar na mesma variável diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. C (controle sem estresse hídrico) e DH (com estresse por déficit hídrico).

Tabela 2. Componentes fisiológicos [taxa fotossintética (A), condutância estomática (Gs) e teor de clorofila de seis cultivares de girassol cultivadas sem e com estresse hídrico e após recuperação.

Cultivares	A			G _s			Clorofila		
	C	DH	RH	C	DH	RH	C	DH	RH
	($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)			($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)			(g m^{-2})		
M 734	24,22aA	14,11aB	14,10aB	1,00aA	0,14aC	0,32aB	0,307aA	0,291aB	-
BRS 321	21,28aA	13,64aB	15,89aB	0,81bA	0,11aC	0,29aB	0,223cB	0,252bA	-
Aguará 04	25,56aA	9,37bB	12,15bB	0,85bA	0,07aC	0,13bB	0,267bB	0,285aA	-
BRS 323	24,18aA	11,97aB	9,37bB	0,85bA	0,09aC	0,12bB	0,288bB	0,285aA	-
Aguará 06	23,44aA	12,45aB	14,47aB	0,86bA	0,09aC	0,26aB	0,308aA	0,299aA	-
BR G 43	22,89aA	9,41bB	11,09bB	0,79bA	0,06a	0,14b	0,277bA	0,276aA	-
Média	23,59A	11,83B	12,84B	0,86A	0,09C	0,21B	0,278B	0,281A	-
Teste F									
Cultivares (a)	*			*			*		
Condição (b)	*			*			*		
a × b	*			ns			*		
CV (%)	14,21			19,12			6,16		

*Significativo a 5% de probabilidade. ns não significativo. Médias seguidas por letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas dentro de cada cultivar na mesma variável diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. C (controle sem estresse hídrico), DH (com estresse por déficit hídrico) e RH (Reidratação).