

Mecanismos de resposta da cultivar de soja BR 16 submetida ao déficit hídrico

SILVA, T. W. ¹; MARINHO, J. P. ²; BARBOSA, D. A. ³; PASSOS, G. P. ⁴; FERREIRA, L. C. ⁵; MORAES, L. A. C. ⁶; MERTZ-HENNING, L. M. ⁶; NEPOMUCENO, A. L. ⁶; FARIAS, J. R. B. ⁶; NEUMAIER, N. ⁶

¹Universidade Norte do Paraná - Bolsista PIBIC/CNPq - Brasil, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ²Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná. ³Universidade Estadual do Norte do Paraná - Bolsista Embrapa, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ⁴Universidade Norte do Paraná - Bolsista Embrapa, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ⁵Pós doutorando/CNPq, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ⁶Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. E-mail: tiagowilliam_89@hotmail.com

Introdução

De todos os fatores relacionados à produção agrícola, os estresses abióticos, como seca, temperaturas extremas (alta ou baixa) e baixa luminosidade, são os de mais difícil controle, prejudicando a obtenção de altos rendimentos. Dentre esses estresses, a disponibilidade hídrica é considerada o fator climático de maior efeito sobre a produtividade agrícola (FIOREZE et al., 2011). A soja recupera rapidamente a função estomática com a atenuação do estresse hídrico, sendo essa uma importante resposta adaptativa das plantas à seca (FERRARI et al.,

2015). Entretanto, ainda assim, quando ocorrem períodos severos de seca durante a fase vegetativa, há redução do crescimento da planta, com diminuição da área foliar e do rendimento dos grãos (FARIAS et al., 2007).

A prolina é um aminoácido que desempenha importante papel adaptativo na tolerância das plantas ao estresse. Durante situações de seca e alta salinidade, seu acúmulo resulta no aumento na osmolaridade da célula, o que leva ao influxo de água ou redução no efluxo, desta forma promovendo a manutenção do turgor necessária para a expansão celular. Ainda sob condições de estresse osmótico, a unidade das membranas deve ser mantida a fim de se evitar a desnaturação proteica. Neste sentido, a prolina interage com enzimas e outras proteínas preservando suas estruturas e atividades (SILVA, 2012).

Entender os mecanismos de resposta para a aclimação da soja quando submetida ao déficit hídrico torna-se um fator importante para estudos posteriores que visem o desenvolvimento de genótipos tolerantes a esse estresse. Assim, o presente estudo objetivou avaliar os mecanismos de aclimação da cultivar BR 16, sensível à seca (OYA et al., 2004), quando submetida ao déficit hídrico no período vegetativo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Soja, sob condições de casa de vegetação. A cultivar de soja utilizada foi a BR 16. Inicialmente, realizou-se a semeadura em laboratório, em papel *Germitest*[®] umedecido por um período de quatro dias. Posteriormente, plântulas normais e de tamanho uniforme foram transferidas para vasos de 1L preenchidos com a mistura substrato: areia (1:1), com o substrato constituído de terra: areia: composto orgânico (3:2:2), de modo que cada vaso conteve uma única plântula. As plântulas foram mantidas em casa de vegetação com temperatura programada a $28 \pm 2^\circ\text{C}$. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com nove repetições. Foram utilizados três tratamentos, controle (CO), déficit

hídrico (DH) e reidratação (RH). O estresse por déficit hídrico foi aplicado quando as plantas se encontravam no estágio V4, por meio de suspensão da irrigação, seguindo a metodologia descrita em Marinho (2014), enquanto a condição controle correspondeu à manutenção do substrato a 100% da capacidade de campo. O tratamento de reidratação consistiu na manutenção das plantas em estresse hídrico por 17 dias, seguida de sua reidratação por 7 dias.

No sétimo dia de déficit hídrico, medidas de trocas gasosas - taxa fotossintética (A), concentração intercelular de CO_2 (Ci) e condutância estomática (gs) - foram realizadas no folíolo central do terceiro trifólio completamente expandido - sentido ápice-base - por meio de um analisador portátil de fotossíntese (LI-6400XT, LI-COR), com uma fonte de luz 90% vermelha + 10% azul e câmara de 2 cm^2 . As medições foram realizadas no interior da casa de vegetação, entre 9 e 11h e em boas condições de luminosidade, considerando-se as seguintes condições: radiação fotossinteticamente ativa (PAR), 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; referência de CO_2 , 400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$; referência de água, 18-20 mmol mol^{-1} ; fluxo de CO_2 , 400 $\mu\text{mol s}^{-1}$. Posteriormente, coletou-se o trifólio avaliado, o qual foi embalado em papel alumínio, imerso em nitrogênio líquido e armazenado a -80 °C para posterior quantificação do conteúdo de prolina (BATES et al., 1973).

Para avaliação do rendimento, as plantas dos tratamentos CO e DH foram transferidas para vasos de 8L contendo o mesmo substrato descrito anteriormente e mantidas sob irrigação constante até o final do ciclo para determinação da massa seca de grãos.

Tendo em vista que as pressuposições da análise de variância (ANOVA) foram atendidas, os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e discussão

A cultivar BR 16 apresentou maior concentração de prolina quando submetida ao déficit hídrico (Tabela 1). Nas alterações metabólicas ocorridas durante o estresse hídrico, o acúmulo de prolina atua no

ajustamento osmótico, na estabilização de estruturas subcelulares, na eliminação de radicais livres e na constituição de um estoque de nitrogênio e carbono utilizados em período de estresse (ALVARENGA et al., 2011).

Além disso, observou-se que, quando as plantas foram submetidas ao déficit hídrico, houve diminuição da condutância estomática (g_s) (Tabela 1), confirmando a ocorrência do estresse hídrico, o qual corresponde a valores de g_s inferiores a $0,2 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (FLEXAS et al., 2004; SALINET, 2009). A alteração na abertura dos estômatos é um dos mecanismos de adaptação à falta de água nas plantas, as quais, sob déficit hídrico, fecham os estômatos de maneira a reduzir a perda de água para o ambiente (MORANDO et al., 2014).

A fotossíntese (Tabela 1) também apresentou menores valores quando as plantas foram submetidas ao déficit hídrico. Em condições de estresse hídrico severo, ocorre o fechamento dos estômatos e consequentemente menor assimilação líquida de CO_2 , afetando o processo fotossintético. No entanto, estresses hídricos moderados não atrapalham as reações fotossintéticas no cloroplasto (FERRARI et al., 2015).

Embora as plantas tenham apresentado sintomas de déficit hídrico sob condições de estresse por seca como a redução nas medidas de trocas gasosas, após as mesmas serem submetidas à reidratação os valores retornaram próximos ao controle, inclusive com maior fotossíntese (Tabela 1), confirmando estudos prévios que indicam a rápida recuperação da soja quando submetidas a períodos curtos de déficit hídrico (FERRARI et al., 2015).

Em relação à massa seca de grãos (Tabela 2), observou-se que o estresse hídrico ocorrido durante o período vegetativo não resultou em diferenças na massa seca de grãos, indicando que dependendo do período e da intensidade com que o estresse hídrico ocorre, a soja pode se adaptar ao estresse sem prejuízos ao rendimento. De acordo com Desclaux et al. (2000), o estresse por seca pode levar à redução

no peso dos grãos de soja durante o período de enchimento, desta forma afetando sua massa seca (DESCLAUX et al., 2000), fato não observado no presente estudo.

Conclusão

A cultivar de soja BR16 apresentou aumento no conteúdo de prolina e redução na condutância estomática e na taxa fotossintética quando submetida ao estresse por déficit hídrico.

Não foram observadas diferenças no rendimento quando a cultivar foi submetida ao estresse por déficit hídrico no período vegetativo.

Referências

- ALVARENGA, I. C. A.; QUEIROZ, G. A.; HONÓRIO, I. C. G.; VALADARES, R. V.; MARTINS, E. R. Prolina livre em alecrim-pimenta sob estresse hídrico antes da colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, p.539-541, 2011.
- BATES, L. S.; WALDREN R. P.; TEARE I. D. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant Soil**, v. 39, p. 205-207, 1973.
- DESCLAUX, D.; HUYNH, T.; ROUMET, P. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. **Crop Science**, v. 40, n. 3, p. 716-722, 2000.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 48).
- FIOREZE, S. L.; PIVETTA, L. G.; FANO, A.; MACHADO, F. R.; GUIMARÃES, V. F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, v. 58, p. 342-349, 2011.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em sementeiras antecipadas no Mato Grosso. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v. 3, p. 67-77, 2015.

FLEXAS, J.; BOTA, J.; LORETO, F.; CORNIC, G.; SHARKEY, T. D. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. **Plant Biology**, v. 6, p. 269–279, 2004.

MORANDO, R.; SILVA, A. O.; CARVALHO, L. C.; PINHEIRO, M. P. M. A. Déficit hídrico: efeito sobre a cultura da soja. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 3, p. 114-129, 2014.

OYA, T.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; TOBITA, S.; ITO, O. Drought tolerance characteristics of brazilian soybean cultivars - evaluation and characterization of drought tolerance of various Brazilian soybean cultivars in the field. **Plant Production Science**, v. 7, n. 2, p. 129-137, 2004.

SALINET, L. H. **Avaliação fisiológica e agrônômica de soja geneticamente modificada para maior tolerância à seca**. 2009. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - USP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

SILVA, R. de C. B. da. **Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de melancia submetidas ao aumento do CO₂, temperatura e salinidade**. 2012. 88f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada) - Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro.

Tabela 1. Concentração de prolina, condutância estomática (g_s) e fotossíntese (A) da cultivar BR 16 sob condições controle (CO), déficit hídrico (DH) e reidratação (RH).

Tratamentos	Prolina ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	g_s ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
CO	15,20b	0,31a	12,43b
DH	50,74a	0,01b	1,17c
RH	16,12b	0,26a	16,49a
CV (%)	4,93	24,64	19,96

Letras que diferem na coluna apresentam diferença significativa pelo teste Tukey 5% ($p \leq 0,05$).

Tratamentos	Massa Seca Grãos (g)
Controle	6,85 ns
Déficit Hídrico	5,99
CV %	24,83

Tabela 2. Massa seca de grãos da cultivar de soja BR16 submetida ao déficit hídrico durante o período vegetativo.

Ns – Não significativo pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).