



DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPO DE SOJA GENETICAMENTE MODIFICADO SUBMETIDO A RESTRIÇÃO HÍDRICA

NEIVERTH, W.¹; FERREIRA, L.C.²; SIBALDELLI, R.N.R.³; FUGANTI-PAGLIARINI, R.²; MARIN, S. R.R.⁴; MERTZ-HENNING, L.M.⁴; NEPOMUCENO, A.L.⁴; FARIAS, J.R.B.⁴; HUNGRIA, M.⁴; NOGUEIRA, M.A.⁴; NEUMAIER, N.⁴; ¹Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina-PR, walkybio@yahoo.com.br; ²Pós-doutorando/CNPq, Embrapa Soja; ³Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Londrina-PR; ⁴Embrapa Soja.

A soja é uma cultura promissora e de grande importância mundial devido a seu uso na alimentação humana, animal, e na produção de biodiesel. Entretanto, seu potencial produtivo pode ser limitado por fatores ambientais adversos, como a deficiência hídrica. O aumento da frequência de ocorrência de fenômenos extremos como temperaturas acima do normal e veranicos mais prolongados têm tido destaque nos estudos de alterações climáticas (THORNTON et al., 2014).

O uso de ferramentas biotecnológicas no melhoramento genético para amenizar os impactos dos fatores climáticos e ambientais sobre a cultura da soja, garantindo maior estabilidade de produção vêm ganhando destaque (CHEN et al., 2014). A inserção de genes ácido abscísico (ABA) dependentes para tolerância à seca é amplamente estudada, com resultados promissores para plantas modelo e culturas de importância econômica (YOSHIDA et al., 2010). Estes genes permitem que a planta capte e identifique sinais ambientais em condições de déficit abiótico, ativando e regulando a expressão de genes que respondem ao estresse (BARBOSA et al., 2013).

Com a hipótese de que a inserção de genes ABA dependentes na soja proporcionará maior tolerância à restrição hídrica, o objetivo deste trabalho foi analisar a resposta produtiva de soja geneticamente modificada com o gene *SAT5* quando cultivada sob restrição hídrica no período reprodutivo, em condições de campo. O experimento foi conduzido durante a safra 2013/2014 no campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Soja. A semeadura foi realizada manualmente em 05 de novembro de 2013, com espaçamento entre linhas de 0,5 m, 16 plantas por metro linear. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro blocos. Nas parcelas foram distribuídas duas condições hídricas: restrição hídrica no final do período vegetativo/início do reprodutivo (RH) e ambiente natural (AN), onde as plantas receberam a água da chuva durante todo o ciclo. Nas subparcelas foram distribuídas a cultivar convencional de soja BR 16 e a linhagem transgênica *SAT5*, isolinha da cultivar BR 16. Para indução da RH, as subparcelas foram semeadas sob coberturas móveis (*rain-out shelters*) programadas para fechar na presença de chuva ($\pm 0,02$ mm). A restrição hídrica teve início aos 55 dias após a semeadura (DAS) estendendo-se até 108 DAS. Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação foram monitorados pela estação agroclimatológica instalada na área experimental (Figura 1).

Ao término do ciclo da cultura (R8), a resposta produtiva dos genótipos foi avaliada com base na massa seca de 100 sementes (MSS) (g) e rendimento (kg ha^{-1}). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

A restrição hídrica reduziu a MSS para o genótipo BR 16, mas não alterou para o genótipo *SAT5*. Além disso, pôde-se observar maior MSS no genótipo *SAT5*, apresentando-se 52% e 35% acima do valor observado para a isolinha BR 16 sob restrição hídrica e ambiente natural, respectivamente (Figura 2A). Ambos genótipos não apresentaram diferenças no rendimento em condições de ambiente natural,



porém, a restrição hídrica reduziu o rendimento nos dois genótipos. O genótipo SAT5, no entanto, manteve rendimentos 48% superiores à isolinha BR 16 sob restrição hídrica (Figura 2B).

Vale ressaltar que a safra 2013/2014 passou por um período de baixa precipitação acumulada. No mês de janeiro (aos 57 a 87 DAS) ocorreram apenas 60 mm de chuva, sendo que a média histórica (1976 a 2013) para o período é de 218 mm (IAPAR, 2015). Este fato, por sua vez, proporcionou um período de restrição hídrica até mesmo nas plantas sob ambiente natural, porém, com menor intensidade que nas plantas sob RH (Figura 1).

Sabe-se que a redução na disponibilidade hídrica afeta diretamente o processo mitótico, reduzindo sua atividade. Assim, a falta de água altera as condições de fonte e dreno, além de dificultar a translocação de água e solutos via floema e xilema (ANJUNG, et al., 2013), o que proporciona menor acúmulo de massa seca nos grãos (FAGERIA et al., 2006). A redução no crescimento resulta em menores rendimentos, observados com maior facilidade em genótipos mais sensíveis à disponibilidade hídrica. Assim, embora sejam necessários mais estudos quanto ao desempenho do genótipo SAT5 sob restrição hídrica, este tem se mostrado promissor, permitindo maiores rendimentos em condições de seca durante o período reprodutivo.

Referências

- ANJUNG, S.A.; EHSANULLAH; XUE, L.; WANG, L.; SALEEM, M.F.; HUANG, C. Exogenous benzoic acid (BZA) treatment can induce drought tolerance in soybean plants by improving gas-exchange and chlorophyll contents. **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, p. 555-560, 2013.
- BARBOSA, E.G.G.; LEITE, J.P.; MARIN, S.R.R.; MARINHO, J.P.; CARVALHO, J.F.C.; FUGANTI-PAGLIARINI, R.; FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.; OLIVEIRA, M.C.N.; YAMAGUCHI-SHINOSAKI, K.; NAKASHIMA, K.; MARUYAMA, K.; KANAMORI, N.; FUJITA, Y.; YOSHIDA, T.; NEPOMUCENO, A.L. Overexpression of the ABA-Dependent AREB1 transcription factor from *Arabidopsis thaliana* improves soybean tolerance to water deficit. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 31, p. 719-730, 2013.
- CHEN, M.X.; LUNG, S.C.; DU, Z.Y.; CHYE, M.L. Engineering plants to tolerate abiotic stresses. **Biocatalisys and Agricultural Biotechnology**, v. 3, p. 81-87, 2014.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. **Physiology of crop production**. New York: The Haworth, 2006. 345p.
- IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná. Médias históricas em estações do Iapar. Available in: <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm> acessado dia 28 de janeiro, 2015.
- THORNTON, P.K.; ERICKSEN, P.J.; HERRERO, M.; CHALLINO, A.J. Climate variability and vulnerability to climate change: a review. **Global Change Biology**, v. 20, p. 3313–3328, 2014.
- YOSHIDA, T.; FUJITA, Y.; SAYAMA, H.; KIDOKORO, S.; MARUYAMA, K.; MIZOI, J.; SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. AREB1, AREB2, and ABF3 are master transcription factors that cooperatively regulate ABRE-dependent ABA signaling involved in drought stress tolerance and require ABA for full activation. **The Plant Journal**, v.61, p.672-685, 2010.

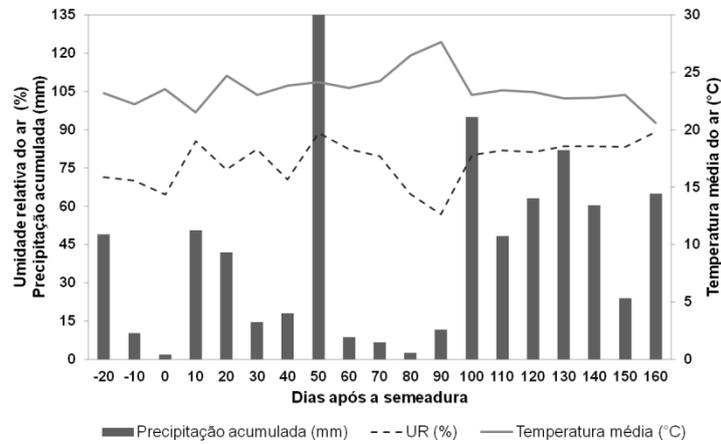


Figura 1. Precipitação acumulada, umidade relativa do ar e temperatura média do ar por decêndio, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja na safra 2013/14.

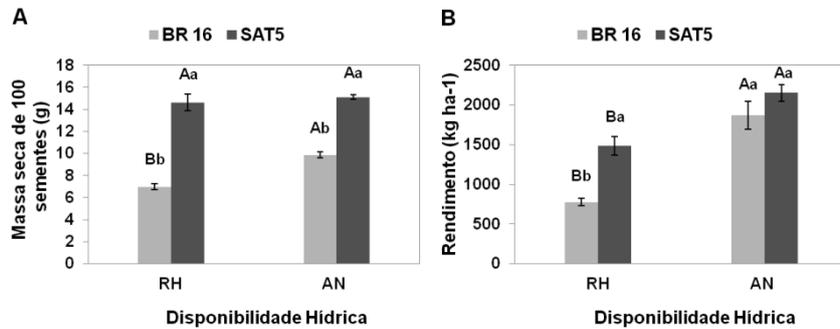


Figura 2. Massa seca de 100 sementes (A) e rendimento (B) para os genótipos BR 16 e SAT5 sob restrição hídrica no período reprodutivo (RH) e sob ambiente natural (AN) na safra 2013/14. Médias \pm erro padrão seguidas de mesmas letras maiúsculas entre condições hídricas (dentro do genótipo) e mesmas letras minúsculas entre genótipos (dentro de condição hídrica) não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).