

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PARÂMETROS MORFOFISIOLÓGICOS DE SOJA GM E CONVENCIONAL SOB DÉFICIT HÍDRICO

MOLINARI, M.D.C.¹; BARBOSA, D.A.¹; FUGANTI-PAGLIARINI, R.²; MARIN, S.R.R.²; QUEIROZ, A.A.¹; CARNEIRO, E.A.³; MERTZ-HENNING, L.M.²; FARIAS, J.R.B.²; NEUMAIER, N.²; NEPOMUCENO, A.L.²

¹Universidade Estadual de Londrina (UEL), maylamolinari@hotmail.com; ²Embrapa Soja, Rod. Carlos João Strass, Distrito de Warta, C.P. 231, CEP 86001-970, Londrina-PR; ³Universidade Norte do Paraná (UNOPAR)

Introdução

O déficit hídrico ocorre habitualmente em sistemas de produção, podendo apresentar repercussão negativa substancial no crescimento e desenvolvimento das plantas, e consequentemente na produtividade final da lavoura (TAIZ; ZEIGER, 2013). A necessidade em lidar com este ambiente desfavorável induz a planta a ativar genes que culminam muitas vezes no desenvolvimento de mecanismos morfofisiológicos que a conduza a economizar água durante a seca (TURNER et al., 2001). Estas respostas dependem do tempo de duração da desidratação e da intensidade, bem como da época de ocorrência, da severidade, do genótipo da planta e do estágio de desenvolvimento vegetal (CHAVES et al., 2003). Estudar e entender estas respostas complexas pode auxiliar no desenvolvimento de estratégias na obtenção de plantas de soja mais tolerantes ao déficit hídrico, problema que tende a se agravar nas próximas décadas, devido principalmente a ocorrência das mudanças climáticas globais. Sabe-se que muitas destas respostas são ativadas pelo hormônio vegetal ácido abscísico (ABA). O gene aqui designado SAT6, por motivos de confidencialidade, codifica uma enzima chave na via biossintética do ABA. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas morfofisiológicas, tais como altura; comprimento médio entrenós (CMI); área foliar (AF); massa seca foliar (MSF) e eficiência intrínseca do uso da água (EIUA) entre o evento GM (SAT6) e sua isolinha (cultivar convencional IAC100), quando submetidas ao déficit hídrico.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em dezembro de 2016, em casa de vegetação da Embrapa Soja, Londrina, PR. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com 6 blocos em vasos de 1L (terra:areia). A análise de crescimento das plantas do evento GM

com o gene SAT6 e de sua isolinha (cultivar convencional IAC100) foi realizada no estágio vegetativo (V4), sendo coletados inicialmente a altura da planta (cm), CMI e AF (dm²) pelo equipamento LI-3100C. O tratamento de déficit hídrico (DH) foi imposto pela completa retirada da irrigação. As plantas deste grupo (DH) permaneceram sem água por 10 dias. A taxa fotossintética (A) e a condutância estomática (gs) foram medidas no folíolo central do terceiro trifólio (sentido ápice-base) completamente expandido por meio de um analisador portátil de fotossíntese (LCpro-SD, ADC BioScientific). Pela razão entre A e gs foi calculada a eficiência intrínseca do uso da água (EIUA). O tecido foliar foi armazenado separadamente em sacos de papel e secos em estufa a 60°C para obtenção da MSF. As medições foram realizadas no interior da casa de vegetação entre 9 e 11h e em condições de céu aberto, estabelecendo-se a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) a 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A umidade gravimétrica (UG, %) do substrato tanto das plantas controle (C) quanto daquelas sob déficit hídrico (DH), foi obtida a partir da equação $UG (\%) = 100 * [(PL + MSU) - (PL + MSS)] / (PL + MSS) - PL$, onde: PL = peso do vaso (g); MSU = massa de substrato úmido (g); MSS: massa de substrato seco (g), sendo esta última obtida após secagem do substrato a 110°C. Os resíduos que apresentaram distribuição normal e atenderam aos demais pressupostos da análise de variância (ANOVA) foram submetidos à ANOVA e as comparações múltiplas de médias realizadas pelo teste Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados e Discussão

Os resultados indicaram que o evento GM independente da condição hídrica apresentou maior altura e CMI comparado com sua isolinha (Figura 1A e 1B). Estes dados obtidos para o evento GM podem estar relacionados à maior absorção de nutrientes e água do solo, resposta provavelmente relacionada ao au-

mento dos níveis endógenos de ABA. Sendo que, o gene SAT6 é um gene chave na via biossintética deste hormônio vegetal. Durante o DH o comprimento de entrenós e a altura são reduzidos (VASILAS et al., 1988; MURTADHA et al., 1989; TAIZ; ZEIGER, 2013), o que mostra a capacidade de crescimento superior do evento GM em relação a sua isolinha quanto à estes parâmetros. Este maior desenvolvimento da parte aérea da planta pode estar relacionado à maior concentração de ABA, pois o hormônio atua sobre canais iônicos aumentando a eficiência na absorção de nutrientes pelas raízes favorecendo o crescimento. Além de atuar no aumento da condutividade hidráulica pelas raízes, o ABA também é responsável por controlar inúmeras respostas adaptativas ao estresse bem como a ativação de diversos genes em resposta ao DH (UMEZAWA et al., 2010).

Foi possível observar ainda que na condição controle não houve diferença estatística entre o evento GM SAT6 e sua isolinha em relação à EIUA, porém sob DH o evento GM apresentou maior eficiência intrínseca do uso da água (Figura 1E). Este dado pode refletir a capacidade do evento GM de utilizar a água intrínseca mais eficientemente, mesmo em condições de menor disponibilidade de água, uma importante característica que pode determinar ao evento maior tolerância à seca, resultando no final do ciclo, em menores perdas de produtividade em safras com períodos severos de déficit hídrico (BLUM, 2009; ROZA, 2010).

Não houve diferença estatística quanto à AF e MSF de acordo com a Figura 1C e 1D, respectivamente. Embora as plantas GMs sejam maiores, sua AF e MSF permaneceram semelhantes a sua isolinha. É importante destacar que embora alguns parâmetros independam da condição hídrica (Altura, CMI, MS, AF) outros são fortemente evidenciados apenas sob DH (EIUA), sugerindo que o evento GM possua certa capacidade de gerenciar suas respostas.

Considerando a condição de deficiência hídrica a qual o evento SAT6 e sua isolinha foram submetidos no presente estudo, pode-se afirmar que, com base nos valores de umidade gravimétrica do substrato sob DH, todas as plantas testadas estavam sob déficit hídrico moderado após 10 dias de suspensão da

irrigação, com base na classificação descrita por Salinet (2009), onde 15% UG corresponde à condição controle, 5% UG corresponde ao déficit hídrico moderado e 2,5% corresponde ao déficit hídrico severo para o substrato utilizado (Figura 1F).

Conclusão

Através do presente estudo foi possível observar que o evento geneticamente modificado com o gene SAT6 apresentou maior estatura e maior espaçamento entrenós quando comparado a sua isolinha (IAC-100) independente da condição hídrica. Além disso, esse evento apresentou maior EIUA sob DH.

Referências

BLUM, A. Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. **Field Crops Research**, v. 112, n. 2, p. 119-123, 2009.

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

MURTADHA, H.M.; MARANVILLE, J.W.; CLARK, R.B.; CLEGG, M.D. Effects of temperature and relative humidity on growth and calcium uptake, translocation, and accumulation in sorghum. **Journal of Plant Nutrition**, v.12, p. 535-543, 1989.

ROZA, F. A. **Alterações morfofisiológicas e eficiência de uso da água em plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas à deficiência hídrica**. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

SALINET, L. H. **Avaliação fisiológica e agrônômica de soja geneticamente modificada para maior tolerância à seca**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TURNER, N. C.; WRIGHT, G. C.; SIDDIQUE, K. H. M. Adaptation of grain legumes (pulses) to water limited environments. **Advances in Agronomy**, v. 71, p. 123-193, 2001.

VASILAS, B.L.; ESGAR, R.J.; WALKER, W.M.; MAINZ, M.J. Effect of tillage on corn response to potassium fertility. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 141-151, 1988.

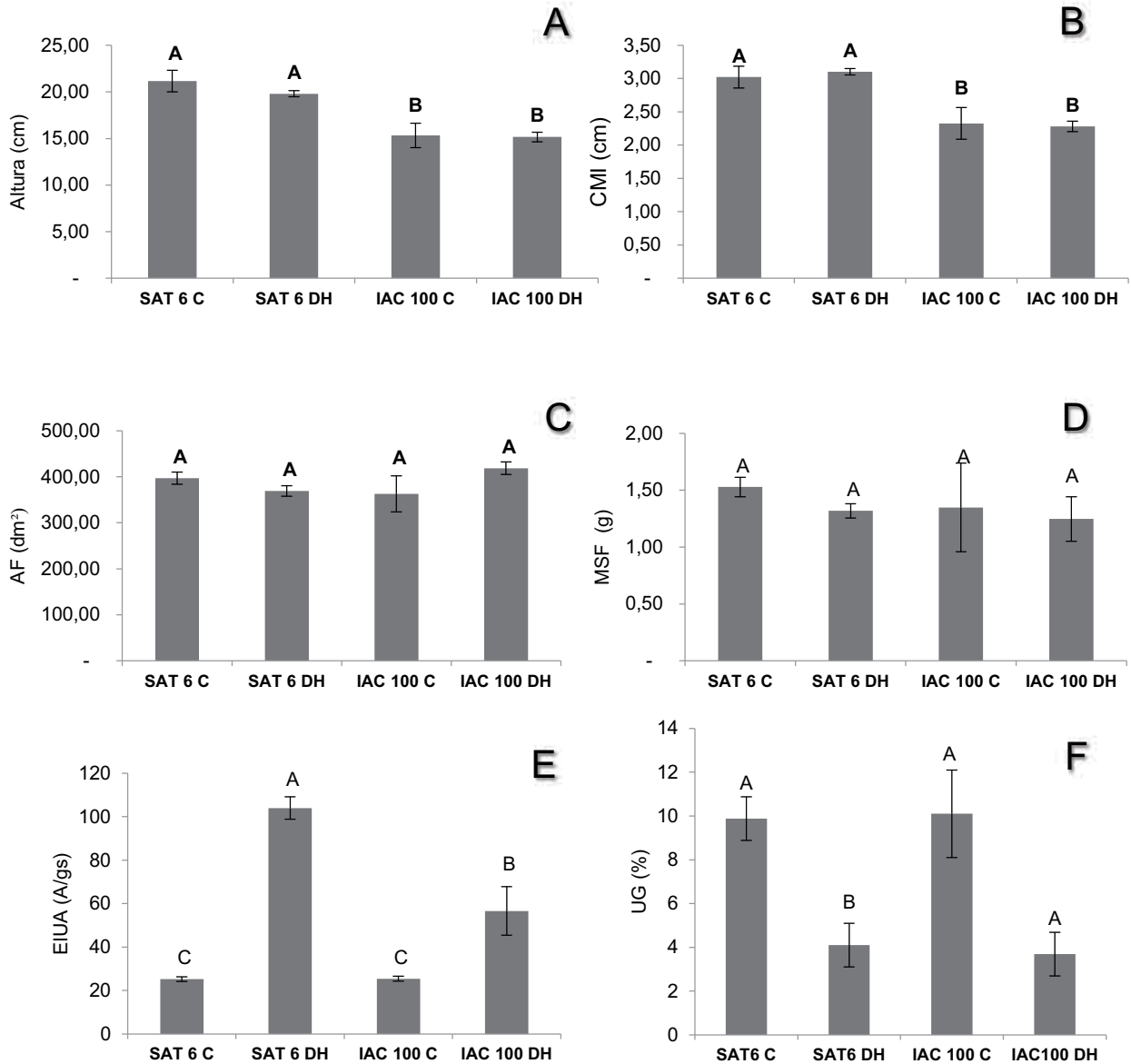


Figura 1. Parâmetros morfológicos do evento SAT6 comparado a sua isolinha após 10 dias de privação de água em estágio vegetativo V4. (A) Altura, (B) Comprimento médio entrenós-CMI, (C) Área foliar-AF, (D) Massa seca foliar-MSF, (E) Eficiência intrínseca do uso da água-EIUA, (F) Umidade gravimétrica-UG. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Valores representam médias \pm erro padrão de seis blocos.