

## RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE SOJA SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR ENCHARCAMENTO

PASSOS, G.P.<sup>1</sup>; BARBOSA, D.A.<sup>2</sup>; FERREIRA, L.C.<sup>3</sup>; MORAES, L.A.C.<sup>4</sup>; NEUMAIER, N.<sup>4</sup>; NEPOMUCENO, A.L.<sup>4</sup>; FARIAS, J.R.B.<sup>4</sup>; MERTZ-HENNING, L.M.<sup>4</sup>. <sup>1</sup>Universidade do Norte do Paraná Unopar - Bolsista Embrapa Soja; <sup>2</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná - Bolsista Embrapa Soja; <sup>3</sup>Pós Doutorando/CNPq, Embrapa Soja; <sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, Paraná.

No Brasil há regiões em que a produtividade da cultura da soja é afetada em função do estresse por encharcamento do solo, devido a características dos mesmos que fazem com que a drenagem seja deficiente, resultando em um ambiente com deficiência de oxigênio para as raízes. Grande parte dessas áreas, denominadas “Terras Baixas” ou “Várzea”, encontra-se na região Sul do Brasil, sendo que mais de 5 milhões de ha estão no RS, onde desse total, apenas 1 milhão de ha são utilizados com a cultura do arroz irrigado, enquanto o restante permanece em pousio ou é destinado à pecuária extensiva (NAKAYAMA, 2011).

Nesse sentido, torna-se importante a utilização de espécies que possam ser incorporadas nesse sistema. Com a implantação da cultura da soja em regiões de alagamento, ocorre tanto vantagens ambientais como também benefícios ao sistema produtivo no local, refletindo inclusive em maior rendimento das culturas subsequentes, como o arroz irrigado. Entretanto, culturas não adaptadas a solos hidromórficos, como a soja, sofrem efeitos negativos, que levam à diminuição da produtividade devido à deficiência de oxigênio (KOLB; JOLY, 2009).

Para que as plantas se desenvolvam normalmente em solos sujeitos ao alagamento ou alagados, é necessário que estejam adaptadas aquele ambiente. O desenvolvimento de cultivares tolerantes ao alagamento é possível através do melhoramento genético, utilizando-se do conhecimento das alterações fisiológicas e de mecanismos que a cultura desenvolve como forma de adaptação morfológica, metabólica e anatômica para o seu desenvolvimento, pois espécies adaptadas evitam a hipóxia (deficiência de oxigênio) (DIAS FILHO, 2006).

Com base nestas considerações, o objetivo do presente trabalho foi verificar respostas morfofisiológicas em diferentes cultivares de soja submetidas ao estresse por encharcamento.

O experimento foi desenvolvido na Embrapa Soja, em casa de vegetação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 3x2, sendo três cultivares de soja (BR4; BR16 e E45) e duas condições hídricas (controle e alagamento), com seis blocos. Sementes das três cultivares foram germinadas em papel *germitest* e, após quatro dias, as plântulas foram transplantadas para vasos com capacidade de oito litros preenchidos com areia autoclavada. Adicionou-se solução nutritiva duas vezes por semana até as plantas atingirem o estágio V2. Neste momento, o estresse hídrico foi induzido através da adição de lâmina de água de 3-5 cm, permanecendo por 15 dias. Realizou-se a avaliação das trocas gasosas (fotossíntese e condutância estomática), utilizando o equipamento LCpro-SD (ADC BioScientific Ltd.), efetuando as leituras no folíolo central do terceiro trifólio do ápice para a base, e também o teor de clorofila (índice SPAD). Posteriormente, realizou-se a drenagem da água dos vasos e a coleta das plantas para avaliação da massa seca de parte aérea e raiz.

De acordo com os resultados na análise de variância, não houve efeito de cultivar e da interação de cultivar x tratamento (controle/ alagamento). Porém, para todas as variáveis analisadas, houve efeito significativo de tratamento. O estresse por encharcamento resultou na redução da massa seca de raiz e de parte aérea das

plantas de soja (Tabela 1). Isso pode ser consequência da diminuição na taxa fotossintética observada nesse tratamento.

Além disso, observou-se que mediante a condição de estresse, ocorreu a redução na condutância estomática. De acordo com Aroca et al. (2011), uma das consequências do estresse por encharcamento em plantas é a redução na transpiração nas folhas e o fechamento dos estômatos.

Outro efeito do estresse por alagamento foi à redução do conteúdo de clorofila estimado pelo índice SPAD, que resultou na clorose foliar (Tabela 1), além do aparecimento de raízes adventícias, as quais puderam ser visualizadas já a partir do terceiro dia do estresse. Em solos encharcados, as plantas apresentam mudanças anatômico-morfológicas em suas raízes, como morte da raiz principal, crescimento de raízes laterais e surgimento de raízes adventícias, como forma de aclimação ao ambiente com deficiência de oxigênio (PIRES et al., 2002).

Efeitos do alagamento do solo sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas já foram observados em alguns estudos. Estes estudos afirmam que a diminuição da TCR (Taxa de crescimento relativo) da raiz e do caule de plantas, cultivadas em solo alagado, pode ser uma consequência da menor quantidade de energia disponível devido à hipóxia ocasionada pelo alagamento o que provoca alterações na respiração aeróbica, no nível nutricional e na fotossíntese, podendo assim afetar o crescimento e o desenvolvimento das diferentes partes da planta. Estes efeitos podem ser ainda potencializados pelo etileno, que possui seus níveis aumentados sob condição de hipóxia, como sugerido por PIMENTA et al. (1996) e por MEDRI et al. (1998).

De acordo com os resultados, o estresse por encharcamento reduziu o conteúdo de clorofila, a taxa fotossintética e a condutância estomática em plantas de soja, resultando em menor crescimento de parte aérea e de raiz, sem diferenças entre as cultivares avaliadas.

## Referências

- AROCA, Ricardo; PORCEL, Rosa; RUIZ-LOZANO, Juan Manuel. Regulation of root water uptake under abiotic stress conditions. **Journal Of Experimental Botany**. p. 1-15. 13 set. 2011.
- DIAS FILHO, M.B. Opções forrageiras para áreas sujeitas à inundação ou alagamento temporário. In: Pedreira, C.G.S., Moura, J.C., DA Silva, S.C., Faria, V.P. Teoria e prática da produção animal em pastagens. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 22, 2005, Piracicaba. Anais...Piracicaba: FEALQ, 2005. p.71-93.
- KOLB, R.M.; JOLY, C.A. **Flooding tolerance of *Tabebuia cassinoides***: Metabolic, morphological and growth responses. *Flora*, 2009.
- MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; DELGADO, M.T.; CORREA, G.T. Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de *Peltophorum dubium* (Spr.) Taub. submetida ao alagamento e aplicação de ethrel. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 261-267, 1998.
- MEDRI, C.; PIMENTA, J. A.; RUAS, E. A.; SOUZA, L. A.; MEDRI, P. S.; SAYHUN, S.; BIANCHINI, E.; MEDRI, M. E. **O alagamento do solo afeta a sobrevivência, o crescimento e o metabolismo de *Aegiphila sellowiana* Cham. (Lamiaceae)?** Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 33, n. 1, p. 123-134, jan./jun. 2012.
- NAKAYAMA, T.J. **Análise do perfil transcricional de genes responsivos ao encharcamento do solo em raízes de soja submetidas à hipóxia**. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Centro de Ciências Biológicas, Genética e Biologia Molecular, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2011.
- PIMENTA, J.A.; BIANCHINI, E.; MEDRI, M.E.; MULLER, C.; OKAMOTO, J.M.; FRANCISCONI, L.M.J.; CORREA, G.T. Aspectos da morfo-anatomia e fisiologia de

Jacaranda puberula Cham. (Bignoniaceae) em condições de hipoxia. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 215-220, 1996.

PIRES, J.L.F.; SOPRANO, E.; CASSOL, B. Adaptação morfofisiológicas da soja em solo inundado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 41-50, 2002.

Tabela 1: Variáveis fisiológicas e crescimento de plantas de soja, cultivares BR4, BR 16 e E45 em condição controle e submetida ao estresse por encharcamento.

Tratamento	$g_s$ ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Teor de clorofila ( $\text{mg cm}^{-2}$ )	A ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	MSR (g)	MSPA (g)
Controle	0,2711 A	0,7163 A	13,9527 A	0,7622 A	1,5444 A
Encharcamento	0,1033 B	0,7111 B	6,2861 B	0,6055 B	0,8533 B
Media Geral	0,1872	0,7137	10,1194	0,6838	1,1988
CV (%)	33,19	0,24	19,49	21,09	20,86

$g_s$ : condutância estomática; A: taxa fotossintética; MSR (Massa seca de raiz); MSPA (Massa seca da parte aérea). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo Teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).