

## Efeito do estresse hídrico nas fases vegetativa e reprodutiva da soja sobre o rendimento de grãos

CORREIA, A. R.<sup>1</sup>; MERTZ-HENNING, L. M.<sup>2</sup>; FARIAS, J. R. B.<sup>2</sup>; NEPOMUCENO, A. L.<sup>2</sup>; NEUMAIER, N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unifil - Centro Universitário Filadélfia Londrina, Bolsista PIBIC/CNPq, alessandra.correiaa82@gmail.com; <sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR.

### Introdução

O primeiro registro de soja no Brasil é de 1882. Desde 1960, quando teve início os plantios em escala comercial, até os dias atuais a sojicultura teve sua produção global aumentada em cerca de 1.300%, sendo o 4º principal grão produzido no mundo (Gazzoni; Dall'Agnol, 2018).

Um dos principais problemas abióticos que inibe a produtividade de ser ainda maior em âmbito nacional é a escassez de chuvas em algumas regiões devido a fatores climáticos que são imprevisíveis e não controláveis (Farias et al., 2007).

Para minimizar os danos causados por intempéries climáticas as empresas de pesquisas têm papel fundamental neste cenário, pois é através delas que são desenvolvidos cultivares adaptado para cada clima e solo brasileiros.

As secas severas no período vegetativo são menos prejudiciais que no período reprodutivo, caso ocorra o déficit hídrico na fase vegetativa haverá uma assimetria na população de plantas, reduzindo a área foliar e o rendimento dos grãos. Ocorrendo escassez hídrica na fase reprodutiva, principalmente na fase de enchimento de grãos, devido a alterações fisiológicas e fechamento dos estômatos sofridos pela planta, terá como consequência o abortamento das vagens. E o número de vagens abortadas não é compensado pelo número de grãos/vagem e peso de grãos (Farias et al., 2007).

O presente trabalho objetivou determinar a influência da disponibilidade hídrica e seu déficit no desenvolvimento de genótipos de soja com e sem genes de tolerância à seca, submetidas a distintos regimes hídricos em condição de campo.

## Material e Métodos

Os dados do presente trabalho foram obtidos a campo, na área experimental da Equipe de Ecofisiologia (localizada nas coordenadas 23° 11' 44"S e 51° 11' 35"O, com altitude de 598 m), na Fazenda Experimental da Embrapa Soja. A semeadura foi feita a mão, na manhã do dia 18/10/2017. O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro blocos e espaçamento de 0,5 m entre linhas. Os tratamentos Estresse Hídrico no período Vegetativo (EHV) e Estresse Hídrico no período Reprodutivo (EHR) foram atribuídos às parcelas, sendo estas, dispostas sob abrigos móveis contra a chuva (*rain-out shelters*). Os genótipos foram atribuídos às subparcela. O tratamento EHV teve duração de 28 dias com início em 20 de novembro e término em 19 de dezembro, 2017; já o tratamento EHR, teve duração variando entre 65 e 67 dias, com início em 19 de dezembro, perdurando até a colheita, o que ocorreu entre os dias 20 e 22 de fevereiro de 2018. Foram utilizados cinco genótipos, sendo, duas cultivares: BR 16 e BRS 184, (controles, sem transformação genética) e as linhagens: 1Ea15, 2Ha11 e 2Ia4, as quais possuem os genes de tolerância à seca AREB1, NCED e GOLS, introduzidos por transformação genética em BR 16, BRS 184 e BRS 184, respectivamente. Ao atingirem a maturação, as parcelas tiveram seus grãos colhidos para a determinação do rendimento.

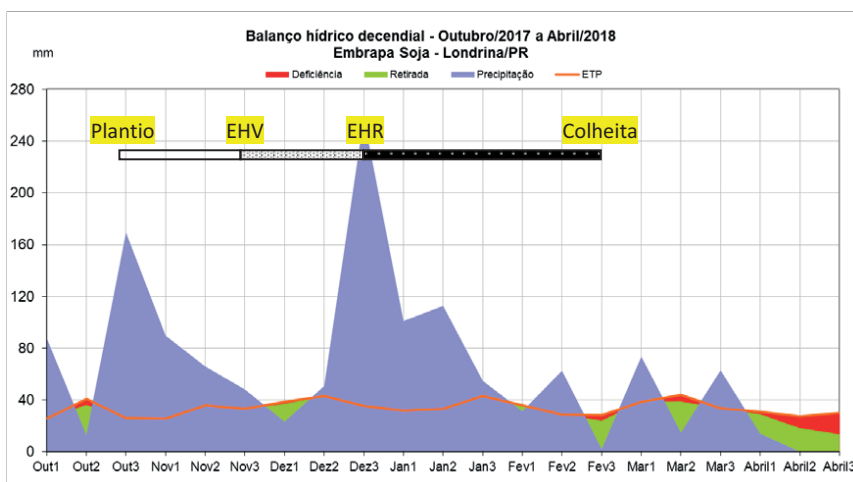
Na maturação, um ou dois dias antes da colheita total das subparcelas, cinco plantas de soja por subparcela foram coletadas do campo experimental e levadas ao Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Embrapa Soja, para aferição da altura das plantas e separação das partes das plantas, secagem a 60 °C até peso constante e pesagem para a determinação da massa seca dessas partes.

No laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Soja, foram realizados os cálculos do Balanço Hídrico Decendial (BHD), através dos dados obtidos na estação agrometeorológica da sede da Embrapa Soja (Figura 1). O cálculo do rendimento foi realizado no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Embrapa Soja, levando em conta o peso e a umidade dos grãos produzidos pelos genótipos e colhidos da área útil das parcelas, em que a área útil dos tratamentos EHV e EHR e foi de 6 m<sup>2</sup>.

Os dados foram submetidos ao teste Kolmogorov-Smirnov de normalidade e foi realizada a ANOVA, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

O regime hídrico ao qual o experimento esteve submetido na safra 2017/2018 foi caracterizado por intensas chuvas durante todo o ciclo da soja. Somente após o experimento atingir o estágio R8 (Fehr; Caviness, 1977) e já ter sido colhido, é que houve déficit hídrico (Figura 1).



**Figura 1.** Balanço Hídrico Sequencial (CAD 75mm), segundo Thornthwaite e Mather (1955), do período compreendido entre outubro de 2017 a abril de 2018, na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, Londrina, PR.

A análise de variância mostrou significância para os efeitos de tratamento, de genótipo e da interação tratamento x genótipo sobre o rendimento (kg/ha) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Médias de rendimento (kg/ha) de 5 genótipos de soja submetidos a tratamentos de déficit hídrico na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, Londrina, PR.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	71991383,0064	71991383,0064	165,287	0,0010
BLOCO	3	1393967,8338	464655,9446	1,067	0,4794
erro 1	3	1306662,2281	435554,0760		
GENÓTIPO	4	1764935,1370	441233,7843	9,975	0,0001
TRAT*GENÓTIPO	4	1312949,3296	328237,3324	7,421	0,0005
erro 2	24	1061576,1888	44232,3412		
Total corrigido	39	78831473,7238			
CV 1 (%) =	21,51				
CV 2 (%) =	6,85				
Média geral:	3068,6010	Número de observações:	40		

O tratamento EHR teve o rendimento reduzido significativamente em relação ao tratamento EHV (Tabela 2). Isso já era esperado, pois a fase reprodutiva da soja é a mais exigente em água. Processos fisiológicos como fixação biológica do nitrogênio, fotossíntese, trocas gasosas, translocação de fotossintatos, etc., são drasticamente afetados por estresses hídricos, principalmente na fase reprodutiva da soja. Por exemplo, no estágio de enchimento dos grãos (R5-R6), a exigência hídrica da soja pode chegar a 7 ou 8 mm de água por dia (FARIAS et al., 2007). O rendimento não foi tão afetado pelo EHV, possivelmente porque, além do estresse ter sido aplicado na fase vegetativa da soja, quando a exigência hídrica é menor, a duração do estresse foi menor (28 dias) do que no EHR (56 dias) e a reserva hídrica do solo foi capaz de sustentar a demanda hídrica que ainda não era muito grande. Entre os genótipos estudados a cultivar BRS 184 foi o que apresentou o maior rendimento de grãos, diferindo estatisticamente da cultivar BR 16 e do genótipo transgênico 1Ea15, mas com rendimentos semelhantes aos genótipos transgênicos 2Ha11 e 2Ia4 (Tabela 2).

**Tabela 2.** Médias de rendimento (kg/ha) de 5 genótipos de soja submetidos a tratamentos de déficit hídrico na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Genótipo	Tratamento		MÉDIA GENÓTIPO (kg/ha)	DIFERENÇA <sup>2</sup> (kg/ha)	REDUÇÃO <sup>3</sup> (%)
	EHV (kg/ha)	EHR (kg/ha)			
1Ea15	4163 bA1	1319 cB	2741 c	2844 b	-0,68 b
2Ha11	4163 bA	2173 aB	3168 ab	1990 a	-0,47 a
2Ia4	4536 abA	1760 abB	3148 ab	2776 b	-0,61 b
BR 16	4461 abA	1410 bcB	2935 bc	3051 b	-0,68 b
BRS 184	4727 aA	1974 aB	3350 a	2753 b	-0,58 ab
Média tratamento	4410 A	1727 B			

<sup>1</sup>Letras minúsculas comparam médias de rendimento entre genótipos, dentro de tratamento, e letras maiúsculas comparam médias de rendimento entre tratamentos, dentro de genótipos. Teste Tukey ( $p=0,05$ ). <sup>2</sup>Diferença e <sup>3</sup>porcentagem de redução de rendimento de genótipos quando submetidos ao EHR, em comparação aos rendimentos obtidos no EHV.

O efeito da interação genótipo x tratamento foi significativo, sendo que no tratamento EHV a cultivar BRS 184 superou significativamente o rendimento dos genótipos 1Ea15 e 2Ha11 e não diferiu de BR 16 e 2Ia4. Já no tratamento EHR, a BRS 184 e 2Ha11 foram os genótipos mais produtivos e o 1Ea15 o menos produtivo (Tabela 2). A redução significativa no rendimento da BR 16 sob EHR confirma que essa cultivar (controle sensível à seca) é realmente mais sensível do que a BRS 184 (controle tolerante à seca). Também, é possível notar que o genótipo 2Ha11, que é BRS 184 com o gene NCED apresentou um rendimento ligeiramente superior ao da BRS 184 (sem o gene de tolerância à seca) (Tabela 2).

## Conclusão

O estresse no período reprodutivo reduz significativa e drasticamente o rendimento de todos os genótipos estudados, porém essa redução é menor no genótipo 2Ha11, indicando que o gene NCED confere tolerância à seca em soja. A cultivar BRS 16 é mais sensível ao déficit hídrico do que a BRS 184 quando sob estresse no período reprodutivo. Dos genótipos testados, o genótipo 1Ea15 é o menos produtivo, tanto sob estresse no período vegetativo quanto no reprodutivo.

## Referências

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 48).

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report, 80).

GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. A. **A saga da soja: de 1050 a.C a 2050 d.C**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 199 p.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Climatology, v. 8, n. 1).