



## PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E AGRONÔMICOS DE CULTIVARES DE SOJA EM BAIXA ALTITUDE NO PARÁ

CAMPOS, L.J.M.<sup>1</sup>; COSTA, R.V.<sup>2</sup>; ALMEIDA, R.E.M.<sup>3</sup>; EVANGELISTA, B.A.<sup>3</sup>; CAMARGO, F.P.<sup>3</sup>; EVARISTO, A.B.<sup>4</sup>; PEREIRA, A.A.<sup>5</sup>; PEREIRA, L.A.O.<sup>6</sup>; BERNARDES, F.P.<sup>6</sup>; ALMEIDA, M.D.<sup>7</sup>; LIMA, D.M.<sup>6</sup>; QUEIROZ, F.M.<sup>6</sup>; SANTOS, D.<sup>3</sup>; GUARDA, V.A.<sup>8</sup>; EI HUSNY, J.C.<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Soja, Palmas, TO, leonardo.campos@embrapa.br; <sup>2</sup>Embrapa Milho e Sorgo; <sup>3</sup>Embrapa Pesca e Aquicultura; <sup>4</sup>Universidade Estadual do Tocantins; <sup>5</sup>Bolsista DTI/CNPq; <sup>6</sup>Faculdade Católica do Tocantins; <sup>7</sup>IFMT-Campus Confresa; <sup>8</sup>Embrapa/Secretaria de Inovação e Negócios; <sup>9</sup>Embrapa Amazônia Oriental.

A cultura da soja exerce um papel de destaque na economia do Brasil, impulsiona o agronegócio e transforma as regiões produtoras de fronteira. Essa transformação precisa ser pautada na sustentabilidade social, ambiental e econômica. No Pará a soja desempenha um importante papel. Em 2017 foram exportados 1.172,6 mil toneladas, movimentando cerca de 434 milhões de dólares (MDIC, 2018).

Para garantir uma agricultura sustentável, torna-se necessário a obtenção de cultivares mais produtivos e menos exigentes em insumos. Informações sobre a fisiologia de cultivares em áreas de produção pode direcionar programas de melhoramento, criando uma base de conhecimentos de resposta dessas cultivares ao ambiente de cultivo. Neste contexto, foram estudadas respostas fisiológicas de quatorze cultivares de soja, cultivados em Santana do Araguaia/PA, safra 2015/2016. Nessa safra, ocorreu um período expressivo de seca em fevereiro de 2016 (Figura 1), o qual parece ter interferido no enchimento de grãos de algumas cultivares, provocando uma redução no potencial produtivo. Contudo, essa situação permitiu observar se os parâmetros fisiológicos levantados poderiam traduzir as respostas diferenciais de produtividade das cultivares ao ambiente adverso.

O experimento foi conduzido em Santana do Araguaia, PA, 9°32' S e 50°51' W, altitude de 120 m, na safra 2015/2016. O plantio ocorreu em 01/12/2015 e colheita a partir de 19/03/2016. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. Adubação de plantio foi 300 kg de 05-25-15. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de 12 m de comprimento e 2,5 m de largura, com área útil de 10 m<sup>2</sup>. As cultivares utilizadas são listadas na Tabela 1. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi efetuado, conforme as indicações técnicas para a cultura. Os dados de precipitação pluvial e temperatura do ar durante o período de execução do experimento são apresentados na Figura 1.

A produtividade de grãos foi avaliada por meio da colheita das plantas presentes na área útil das parcelas, com dados corrigidos para 13% de umidade. O índice SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) e a fluorescência da clorofila foram os dois parâmetros fisiológicos levantados. Os parâmetros foram obtidos no estágio R5 das cultivares. O índice SPAD foi obtido por meio do equipamento Minolta SPAD-502, enquanto a fluorescência da clorofila foi obtida por meio do equipamento FluorPen modelo FP-100. No FluorPen foram obtidos os parâmetros de fluorescência inicial ( $F_o'$ ), fluorescência máxima ( $F_m'$ ) e rendimento quântico efetivo do fotossistema II ( $QY = F_v'/F_m'$ ;  $F_v' = F_m' - F_o'$ ). Para as leituras foram utilizadas 4 plantas por parcela, sendo as medidas realizadas no folíolo central do terceiro trifólio de folhas adaptadas à luz. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste F ( $p < 0,05$ ) e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

Apesar da baixa precipitação em fevereiro de 2016, a produtividade média foi de 2.810,4 kg.ha<sup>-1</sup>, acima da produtividade da região nesse período. As cultivares TMG



2187 IPRO, BRS 279 RR, TMG 2183 IPRO e NS 7300 IPRO Bproduziram acima de 3.000 kg.ha<sup>-1</sup>.

O índice SPAD médio do experimento foi de 41,92 situando-se dentro da faixa normalmente encontrada na soja (Corrêa e Alves, 2010). As cultivares mostraram diferentes níveis de SPAD no experimento. A maior média de produtividade apresentou um alto SPAD (segunda maior média, Tabela 1). Contudo, o índice SPAD obtido no experimento não se correlacionou diretamente com a produtividade (Tabela 2), mostrando que o conteúdo de clorofila não parece ser o único determinante para a produtividade.

A fotossíntese é a base da produção vegetal, sendo um dos principais fatores responsáveis pelo acúmulo de biomassa e produtividade vegetal. A fluorescência da clorofila pode revelar aspectos da fotossíntese e sua relação com os estresses ambientais (Krause e Weis, 1991). Os parâmetros de fluorescência estudados foram a fluorescência inicial (Fo'), fluorescência máxima (Fm') e eficiência quântica (QY). A Fo' foram diferentes entre as cultivares, que pode indicar danos no centro de reação do fotossistema II ou redução da capacidade de transferência de energia da antena para o centro de reação (Baker e Rosenqvist, 2004). Nesse experimento, não houve alteração na Fo' (Tabela 1). Fm' também não foi alterado nas cultivares. O maior rendimento quântico efetivo foi verificado no cultivar NS 7670 (QY = 0,673) enquanto o menor no W 791 (QY = 0,617; Tabela1). Esses valores são considerados baixos e indicam que as plantas estão submetidas a um alto nível de estresse (Krause e Weis, 1991). Chavarria et al., (2015) não observaram alterações no conteúdo de clorofila em plantas que cresciam em -0.164 Mpa de potencial de água no solo. Contudo, esses mesmos autores observaram elevação da Fm em resposta ao déficit hídrico, o que não ocorreu com os valores de Fo' e QY. Marquez-Garcia et al. (2015) trabalhando com plantas de soja em estresse hídrico, encontraram reduções em QY somente após 21 dias de seca.

Todos os parâmetros de fluorescência levantados não mostraram boa correlação com a produtividade (Tabela 2). Assim, os parâmetros fisiológicos levantados (parâmetros de fluorescência e índice SPAD) revelaram comportamento diferenciado das cultivares em resposta ao ambiente de cultivo. Contudo, esses parâmetros fisiológicos não foram suficientemente robustos para se correlacionar com a produtividade.

A produtividade vegetal é resultado de constantes interações da planta com o ambiente externo. Portanto, para compreender melhor as respostas de produtividade ao ambiente, sugere-se o levantamento dos parâmetros estudados sejam repetidos em outras fases do desenvolvimento da soja.

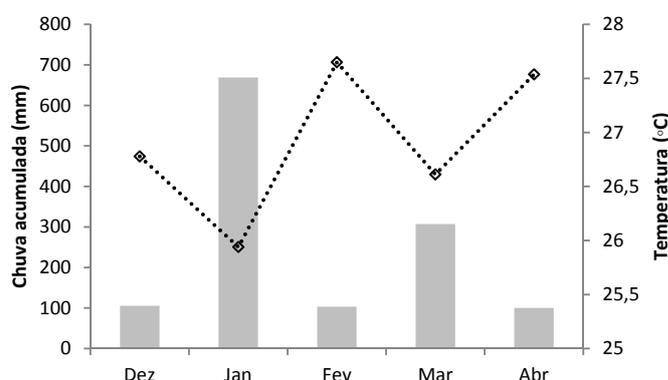
## Referências

- BAKER, N.R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.
- CHAVARRIA, G.; DURIGON, M. R.; KLEIN, V. A.; KLEBER, H. Restrição fotossintética de plantas de soja sob variação de disponibilidade hídrica. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1387-1393, 2015.
- CORRÊA, M. J. P.; ALVES, P. L. da C. A. Efeitos da aplicação de herbicidas sobre a eficiência fotoquímica em plantas de soja convencional e geneticamente modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 1136-1145, 2010.
- KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Biology**, v. 42, 313-349, 1991.



MARQUEZ-GARCIA, B.; SHAW, D.; COOPER, J. W.; KARPINSKA, B.; QUAIN, M. D.; MAKGOPA, E. M.; FOYER, C. H. Redox markers for drought-induced nodule senescence, a process occurring after drought-induced senescence of the lowest leaves in soybean (*Glycine max*). **Annals of Botany**, v. 116, p. 497-510, 2015.

MDIC. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-unidades-da-federacao?layout=edit&id=3060>>. Acesso em: 20 mar. 2018.



**Figura 1.** Precipitação e temperatura média mensal de Santana do Araguaia, PA, obtida durante os meses de cultivo da soja.

**Tabela 1.** Descrição das cultivares, evento transgênico associado (ET) sua produtividade (Prod) e parâmetros fisiológicos como índice SPAD, fluorescência inicial (Fo'), fluorescência máxima (Fm') e rendimento quântico efetivo (QY) em quatorze cultivares de soja semeadas em Santana do Araguaia, PA.

Cultivares	ET	Prod	SPAD	Fo'	Fm'	QY	Stand	Ciclo
TMG 2187	I PRO	3362,8 a	43,33 a	3237,3	8983,0	0,640 ab	320000	115
BRS 279	RR	3279,0 ab	39,88 ab	3194,0	9285,7	0,653 ab	270000	110
TMG2183	I PRO	3070,0 abc	42,67 a	3147,3	9531,7	0,667 ab	220000	110
NS 7300	I PRO	3039,6 abc	41,81 ab	3323,3	9817,3	0,663 ab	320000	100
W 842	RR	2891,0 abc	40,04 ab	3147,3	9079,3	0,657 ab	200000	115
BRS 9090	RR	2879,2 abc	37,89 b	3048,0	9000,0	0,663 ab	200000	120
TMG 132	RR	2828,4 abc	41,04 ab	3263,7	8959,7	0,637 ab	280000	115
CZ 48B41	RR	2817,4 abc	42,33 ab	3187,0	8494,7	0,623 ab	300000	105
NS 7670	RR	2802,6 abc	43,23 a	3320,3	10143	0,673 a	280000	105
SYN 13850	I PRO	2703,4 abc	42,76 a	3456,3	9760,7	0,647 ab	275000	115
TEC 7022	I PRO	2636,2 abc	43,92 a	3100,7	8508,0	0,637 ab	290000	110
BRS 7570	I PRO	2468,0 abc	42,73 a	2954,7	8454,7	0,650 ab	280000	102
W 791	RR	2339,2 bc	42,89 a	2931,3	7713,7	0,617 b	280000	120
RB 8370	RR	2228,4 c	42,44 a	3273,3	9036,3	0,630 ab	280000	110

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Tabela 2.** Coeficientes de correlação linear de Pearson entre o índice SPAD, parâmetros de fluorescência (fluorescência inicial - Fo', fluorescência máxima - Fm' e rendimento quântico - QY) e produtividade de quatorze cultivares de soja semeadas em Santana do Araguaia, PA.

	<b>SPAD</b>	<b>Fo'</b>	<b>Fm'</b>	<b>QY'</b>	<b>Prod</b>
SPAD	1,000	-0,146	-0,152	-0,096	-0,226
Fo	-0,146	1,000	0,868	0,300	-0,071
Fm	-0,152	0,868	1,000	0,722	0,065
QY	-0,096	0,300	0,722	1,000	0,271
Prod	-0,226	-0,071	0,065	0,271	1,000