



## RESPOSTADO DESEMPENHO VEGETATIVO EM CULTIVARES DE SOJASUBMETIDAS A IRRIGAÇÃO DÉFICITÁRIA

Thays Sousa Lopes<sup>1</sup> , Robert William Ferreira Soares<sup>1</sup> , João Valdenor Pereira Filho<sup>1\*</sup> , Thalita Alves Lima do Nascimento<sup>1</sup> , Neuriane Cabral dos Santos<sup>1</sup> & Carmem Cristina Mareco de Sousa Pereira<sup>2</sup>

1 - State University of Piauí, Uruçuí, Piauí, Brazil

2 - Federal Institute of Piauí, Uruçuí, Piauí, Brazil

### Palavras-Chave:

*Glycine max* (L.) Merrill  
Déficit regulado  
Evapotranspiração

### RESUMO

As culturas agrícolas apresentam estádios fenológicos de menor suscetibilidade ao déficit hídrico do solo, nos quais a estratégia de manejo da irrigação deficitária pode ser empregada. Neste contexto, objetivou-se avaliar a influência do manejo da irrigação deficitária ao longo de diferentes estádios de desenvolvimento em três cultivares de soja nas condições edafoclimáticas do cerrado sul piauiense. A pesquisa foi conduzida durante os meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021, no município de Uruçuí-PI (com coordenadas geográficas de 07° 13' 46" S, 44° 33' 22" W), sob delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, onde os tratamentos, compostos nas parcelas, foram definidos em função da época de indução do déficit hídrico de 50% da evapotranspiração potencial da cultura - ET<sub>pc</sub>, via clima, através da combinação em diferentes estádios fenológicos da soja (vegetativo, floração e formação da produção), e as subparcelas, foram compostas por três cultivares (FT 4191; FT 3181 e BG 478 IPRO), com três repetições. Para averiguar os efeitos dos tratamentos impostos, avaliou-se às seguintes variáveis: altura das plantas, número de folhas e a fitomassa seca total da parte aérea. As variáveis foram submetidas à análise estatística pelo teste de Tukey (cultivares) e teste de Scott-Knott (tratamentos de irrigação deficitária). As características vegetativas das cultivares de soja investigadas (altura de plantas, número de folhas e produção de fitomassa seca da parte aérea) são afetadas drasticamente quando a imposição do déficit hídrico (50% da ET<sub>pc</sub>) é induzida ao longo de todo o ciclo produtivo. Sob tal condição hídrica, as cultivares FT 4181 e 3191 IPRO se destacaram entre as cultivares investigadas, sendo assim apontadas como as mais tolerantes a reduzida disponibilidade hídrica em suas diferentes fases fenológicas.

### Keywords:

*Glycine max* (L.) Merrill  
Regulated deficit  
Evapotranspiration

### RESPONSE OF VEGETATIVE PERFORMANCE IN SOYBEAN CULTIVARS SUBMITTED TO DEFICIT IRRIGATION

#### ABSTRACT

Agricultural crops present phenological stages of less susceptibility to soil water deficit, in which the deficit irrigation management strategy can be used. In this context, the objective was to evaluate the influence of deficit irrigation management during different stages of development in three soybean cultivars in the edaphoclimatic conditions of the southern cerrado of Piauí. The research was conducted from September 2020 to January 2021, in the municipality of Uruçuí-PI (with geographic coordinates of 07° 13' 46" S, 44° 33' 22" W), under an experimental design of randomized blocks, in a split-plot scheme, where the treatments, composed in the plots, were defined according to the time of induction of the water deficit of 50% of the crop's potential evapotranspiration - ET<sub>pc</sub>, via climate, in three soybean phenological stages (vegetative, flowering and production formation), and the subplots, were composed of three cultivars (FT 4191; FT 3181 and BG 478 IPRO), with three replications. In order to verify the effects of the imposed treatments, the following variables were evaluated: plant height, number of leaves and total dry mass of the aerial part. Variables were maintained for statistical analysis by Tukey's test (cultivars) and Scott-Knott's test (deficient irrigation treatments). The vegetative characteristics of the investigated soybean cultivars (plant height, number of leaves and shoot dry mass production) are drastically affected when the imposition of water deficit (50% of ET<sub>pc</sub>) is induced throughout the production cycle. Under such water conditions, the FT 4181 and 3191 IPRO cultivars stood out among the investigated cultivars, thus being identified as the most tolerant to reduced water availability in their different phenological stages.

## INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L.) vem se consolidando cada vez mais como o principal grão produzido no Brasil, na região do MATOPIBA, composta pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, sendo atualmente conhecida como a nova fronteira agrícola do país. No Piauí, principalmente na região sul do estado, a produção vem crescendo safra após safra devido a abertura de novas áreas para a produção de grãos e também, devido ao melhoramento genético para que a cultura possa expressar o seu alto valor de produtividade sobre as condições edafoclimáticas da região (PEREIRA *et al.*, 2018).

A cultura da soja é o principal produto da agricultura piauiense, com cerca de 52% da produção, seguido do milho com cerca de 42%. A produção total de grãos esperada para o Piauí, no primeiro prognóstico de 2020, com dados divulgados pelo Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE), é um recorde na série histórica, com valores da ordem de 4,89 milhões de toneladas. Isso representa um aumento de 10,84% em relação à safra obtida em 2019, que foi de 4,42 milhões de toneladas (BANCO DO NORDESTE, 2020).

Segundo Lima (2016), o espaço geográfico piauiense é altamente propício para o desenvolvimento do agronegócio, sua tropicalidade aliada ao terreno trabalhado com inovações tecnológicas são fatores que impulsionaram este setor da economia mesmo em tempo de recessão econômica. A mesorregião sudeste do Piauí contempla os principais municípios produtores da oleaginosa, Uruçuí, Ribeiro Gonçalves e Baixa Grande do Ribeiro, entre outros localizados no bioma do cerrado. Com uma vasta área ainda a ser cultivada, o Piauí se mostra com um potencial de crescimento elevado, com expectativas para expansão de culturas de importância comercial como a soja.

Com o aumento da pressão mundial sobre o uso racional dos recursos hídricos, cada vez mais é exigido dos irrigantes um controle mais efetivo da prática da irrigação. Portanto, através da adoção de estratégias de manejo que aumentem a eficiência no uso da água, pode-se propiciar uma maximização

da produção e da qualidade do produto por unidade de água aplicada (BERNARDO *et al.*, 2019).

Portanto, o conhecimento do desempenho das espécies vegetais diante da aplicação do manejo da irrigação com déficit regulado pode ser de grande valia quando se almeja uma ampliação na produtividade da água (FERNÁNDEZ *et al.*, 2020) e pode explicar a capacidade de tolerância e/ou sensibilidade à deficiência hídrica das culturas quando imposta ao longo de seus diferentes estádios fenológicos (COELHO *et al.*, 2020), tendo em vista que os efeitos dos déficits hídricos variam com os estádios em que os mesmos se manifestam e cujas respostas podem até apontar efeitos nocivos do déficit sob o desenvolvimento e produção (COTRIM *et al.*, 2017), embora possam resultar em um equilíbrio funcional entre a água empregada e o potencial produtivo alcançado (CHAI *et al.*, 2016).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência do manejo da irrigação deficitária ao longo de diferentes estádios de desenvolvimento em três cultivares de soja nas condições edafoclimáticas do cerrado sul piauiense.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Universidade Estadual do Piauí (UESPI), no município de Uruçuí, Piauí, com coordenadas geográficas 07° 13' 46" S, 44° 33' 22" W e altitude média de 167 m, numa área que compreende o bioma cerrado.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno, temperatura média anual de 26,1 °C, umidade relativa do ar média anual de 64,2% e precipitação pluviométrica entre 800 e 1200 mm anuais (MEDEIROS *et al.*, 2013).

Na Tabela 1 estão expostos os dados climáticos (Temperatura média do ar, Umidade relativa do ar, Precipitação e Velocidade do vento) coletados durante o período de execução da pesquisa. Verificou-se, durante a condução da pesquisa, um volume expressivo de precipitação, ocorrido principalmente durante as fases de cultivo em que a cultura da soja mais demanda água (floração e formação e/ou enchimento de grãos). Com isso, houve uma interferência direta nas respostas das

plantas a imposição dos tratamentos de lâminas deficitárias, dificultando assim uma resposta mais precisa sobre os efeitos da deficiência hídrica ocorrida durante as diferentes fases de cultivo, nas diferentes cultivares de soja investigadas.

As cultivares de soja escolhidas foram as seguintes: BG 478 IPRO; FT 4181 IPRO e FT 3191 IPRO, todas utilizadas nas áreas produtivas do município de Uruçuí, onde se localizam fazendas de alto porte tecnológico com vastas áreas de produção de sementes, sendo estas cultivares convencionais, dotadas de características que atendam às necessidades atuais e tragam incremento de produtividade. Na Tabela 2 estão apresentados a configuração dos tratamentos impostos.

O ciclo da cultura da soja foi dividido em três estádios fenológicos (I, II e III), assim distribuídos: estágio fenológico I, da emergência aos 48 dias após a emergência (DAE) (VE a V6); estágio fenológico II, dos 49 aos 89 DAE (R1 a R6) e estágio fenológico III, dos 90 aos 120 DAE (R7 a R9).

O experimento obedeceu a um delineamento estatístico em blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, com três repetições, onde nas parcelas ficaram alocadas os tratamentos da imposição dos déficits hídricos (50% da evapotranspiração potencial da cultura – ET<sub>pc</sub>)

em diferentes estádios de desenvolvimento e nas subparcelas as cultivares.

A área útil total ocupada com a cultura da soja foi de 8,0 x 12,0 m = 96,0 m<sup>2</sup>, onde foram alocados os tratamentos. As parcelas, individualmente, ocuparam uma área útil de 12,0 m<sup>2</sup>, sendo compostas por 40 plantas, distribuídos em 8 linhas de plantio. Já as subparcelas ocuparam, isoladamente, uma área útil de 2,4 m<sup>2</sup>, sendo composta de oito plantas distribuídas na linha de plantio. A adubação de sementeira foi realizada, sendo aplicados 20 kg ha<sup>-1</sup> de N (Ureia); 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Superfósforo simples) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Clorato de potássio) em sulcos, cujas necessidades foram baseadas na análise de solo e exigências nutricionais da cultura (SFREDO, 2008).

Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 0,20 m de profundidade para a determinação das características químicas e físico-hídricas da área experimental, percorrendo a área em zig-zag e coletando subamostras com o auxílio de um trado tipo Holandês, de tal forma que se obteve uma amostra composta representativa para a profundidade amostrada. O resultado da análise química e granulométrica do solo da área experimental está exposto na Tabela 3.

**Tabela 1.** Dados climáticos obtidos durante a execução do experimento

Mês	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Precipitação (mm)	Velocidade do vento (m s <sup>-1</sup> )
Setembro	30,7	45,6	0,0	4,0
Outubro	33,1	52,6	95,0	3,5
Novembro	32,3	66,1	215,5	3,3
Dezembro	30,3	76,7	813,0	3,0
Janeiro	29,7	79,0	167,7	2,9
Média	31,2	64,0	---	3,3
Soma	---	---	1291,2	---

Fonte: Autor, 2022

**Tabela 2.** Identificação dos tratamentos (parcelas) que serão utilizados no experimento

Identificação	Descrição
T1	Irrigação Plena (controle)
T2	Déficit hídrico no estágio fenológico III
T3	Déficit hídrico no estágio fenológico II
T4	Déficit hídrico nos estádios fenológicos II e III
T5	Déficit hídrico no estágio fenológico I
T6	Déficit hídrico nos estádios fenológicos I e III
T7	Déficit hídrico nos estádios fenológicos I e II
T8	Com déficit hídrico durante os estádios fenológicos I, II e III

**Tabela 3.** Resultado da análise química e granulométrica do solo utilizado na execução do experimento

pH	M.O CaCl <sub>2</sub> g kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	Complexo Sortivo						
			K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC
..... cmol dm <sup>-3</sup> .....									
5,8	12,7	104,6	0,23	3,31	0,61	0,00	0,49	4,15	4,64
Saturação do Complexo Sortivo					Micronutrientes				
V	m	Ca	Mg	K	S	Fe	Mn	Cu	Zn
..... % .....					..... mg dm <sup>-3</sup> .....				
89,4	0,0	71,3	13,1	4,9	4,04	56,36	17,77	0,65	12,57
Análise Granulométrica					Classe Textural				
..... g kg <sup>-1</sup> .....									
Areia		Silte		Argila		Arenosa			
800		110		90					

M.O: Matéria orgânica; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: Alumínio; H + Al: Acidez total ou potencial; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca catiônica; V: Saturação por bases; m: Saturação por alumínio; S: Enxofre; Fe: Ferro; Mn: Manganês; Cu: Cobre e Zn: Zinco

O método de manejo de irrigação empregado foi por via clima, sendo os dados diários da evapotranspiração de referência – ETo (método de Penman-Monteith - FAO), para o cálculo das lâminas de irrigação, obtidos através do aplicativo EVAPO® (MALDONADO JÚNIOR; VALERIANO; ROLIM, 2019). Os dados dos coeficientes de cultivo da cultura da soja utilizados foram: fase inicial 0,35; fase de crescimento 0,75; fase intermediária 1,25; fase final 0,75 (DOOREMBOS & KASSAM, 1994).

O experimento foi irrigado por meio de um sistema de irrigação localizado, do tipo gotejamento, com uma linha de irrigação por fileira de plantas, tendo um emissor por planta, espaçado de 0,30 m e com uma vazão por emissor de 2,0 L h<sup>-1</sup>, os quais foram previamente avaliados em campo, sob condições normais de operação, conforme a metodologia descrita por Keller e Karmelli (1975). O tempo de irrigação foi calculado a partir da Equação (1):

$$Ti = 60 \times \frac{f \cdot ETpc \cdot Ap}{Ea \cdot qi} \quad (1)$$

Em que,

Ti = Tempo de irrigação (minutos);

f = Fator de ajuste dos regimes de irrigação (0,50 ou 1,0, adimensionais);

ETpc = Evapotranspiração potencial da cultura (mm dia<sup>-1</sup>);

Ap = Área útil das plantas (0,3 m<sup>2</sup>);

Ea = Eficiência do sistema de irrigação (adimensional); e

qi = Vazão por tratamento (2,0 L h<sup>-1</sup>).

As variáveis destinadas a análise do crescimento, para as medidas dos parâmetros de desenvolvimento da planta foram: altura das plantas (AP), aferidas através do uso de uma trena graduada em centímetros; Número de folhas (NF), contadas manualmente em cada trifólio, sendo seus valores expressos em unidades por plantas; e Fitomassa seca total da parte aérea (FSTPA), avaliada através das diferentes partes da planta (folhas, hastes e vagens), devidamente separadas e identificadas, onde posteriormente foram alocadas em sacos de papel kraft para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 h, sendo os resultados expressos em g planta<sup>-1</sup>.

Para a análise estatística foi utilizado o software SISVAR (FERREIRA, 2019). Para interpretação dos resultados, realizou-se análise da variância, aplicando-se o teste de F e quando observado efeito significativo para os tratamentos de imposição das lâminas deficitárias, realizou-se o teste de Scott-Knott para agrupamento das médias. Na comparação das médias entre as cultivares investigadas, utilizou-se o teste de Tukey (p ≤ 0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 está exposto o resumo da análise de variância para os dados de crescimento vegetativo (altura de plantas – ALT; número de folhas – Nfol e fitomassa seca total da parte aérea – FSTPA). Nota-se através dos resultados da interação entre os fatores (lâminas deficitárias x cultivares), que todas as variáveis vegetativas foram influenciadas significativamente pelo teste de Tukey a nível de 5% e 1% de probabilidade. Desta forma, procurou-se expor os resultados da interação entre os fatores investigados através de gráficos para a melhor visualização do comportamento das cultivares ante os diferentes tratamentos impostos.

Na Figura 1 é possível observar para a variável altura de plantas (ALT) que o maior resultado obtido (150,00 cm) foi constatado para a cultivar FT 4181 IPRO dentro do tratamento T6, referente a imposição da lâmina deficitária (50% da ET<sub>pc</sub>) durante os estádios I e II, correspondente aos estádios vegetativo e de floração e/ou formação e enchimento de grãos (Tabela 2). O pior resultado de estatura das plantas (84,16 cm) foi constatado para a mesma cultivar (FT 4181 IPRO) dentro do tratamento T8, referente a imposição da lâmina deficitária ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento da cultura.

Segundo destaca Rocha *et al.* (2012), a altura de plantas é uma característica importante para

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para os dados vegetativos de Altura de plantas (ALT), Número de folhas (NFol) e Fitomassa seca total da parte aérea (FSTPA) na cultura da soja submetida a irrigação deficitária em suas distintas fases de cultivo

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		ALT	NFol	FSTPA
Lâmina (L)	7	1016,44**	2412,72 <sup>ns</sup>	927,53 <sup>ns</sup>
Bloco	2	899,05*	6470,37*	1496,66*
Erro (L)	14	159,71	1077,17	357,17
Cultivar (C)	2	955,79*	1049,71 <sup>ns</sup>	466,35 <sup>ns</sup>
Lâmina x Cultivar	14	534,89**	859,72*	433,08*
Erro (C)	32	182,56	336,64	176,74
Total corrigido	71			
CV - L (%)		10,72	44,08	29,82
CV - C (%)		11,47	24,64	20,98

FV: Fontes de variação; GL: Graus liberdade; (\*) Significativo pelo teste F a 5%; (\*\*) Significativo pelo teste F a 1%; (<sup>ns</sup>): não significativo; CV: Coeficiente de variação

**Tabela 5.** Altura de plantas (ALT – cm) em três cultivares de soja irrigadas com lâminas deficitárias em distintas fases de cultivo

Lâminas de deficitárias	Cultivares		
	FT 4181 IPRO	FT 3191 IPRO	BG 478 IPRO
T1	107,16 aB	114,66 aA	122,83 aA
T2	123,00 aA	133,83 aA	114,50 aA
T3	133,50 aA	119,00 abA	99,50 bB
T4	122,83 aA	99,16 aA	117,00 aA
T5	133,00 aA	117,33 abA	102,33 bB
T6	150,00 aA	130,83 aA	126,16 aA
T7	117,00 aA	136,83 aA	113,16 aA
T8	84,16 bC	121,50 aA	89,00 bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre as cultivares, dentro de cada lâmina deficitária não diferem em si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) e médias seguidas com mesma letra maiúscula, entre os tratamentos de lâminas deficitárias, dentro de cada cultivar, não diferem em si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

indicação de uma cultivar a ser introduzida em uma região, podendo a mesma está relacionada com o rendimento de grãos, controle de plantas daninhas e também com as perdas durante a colheita mecanizada. A menor estatura de plantas obtida no tratamento com déficit hídrico durante os estádios fenológicos I, II e III (T8) corrobora com os resultados encontrados por Ferrari, Paz e Silva (2015), ao verificarem uma redução da estatura das plantas com o aumento do déficit hídrico, sendo tal comportamento, segundo os autores, ocasionado pela diminuição do número de nós e comprimento de entrenós.

Em pesquisa desenvolvida por Simeão (2015), avaliando a influência da irrigação por déficit aplicada em diferentes fases de cultivo da soja, cultivar BRS Sambaíba, nas condições edafoclimáticas de Bom Jesus, interior do estado do Piauí, o autor verificou que a altura de plantas sofreu uma variabilidade nos resultados quando submetidas as lâminas deficitárias em diferentes estádios de desenvolvimento, indicando que, independentemente da fase fenológica em que o déficit hídrico ocorreu, há sempre diminuição na altura das plantas. Ainda segundo o autor, a redução na altura das plantas é mais drástica quando a falta de água ocorre na fase de florescimento e enchimento de grãos, período considerado crítico, uma vez que a cultura exige mais água para satisfazer suas atividades metabólicas.

Já para a variável número de folhas (NFol), observa-se através da Figura 2, que o maior resultado obtido (117,6 folhas) foi constatado para a cultivar FT 3191 IPRO dentro do tratamento T6,

referente a imposição da lâmina deficitária (50% da ET<sub>pc</sub>) durante os estádios I e II (vegetativo e de floração e/ou formação e enchimento de grãos, respectivamente). O pior resultado de número de folhas (38,83 folhas) foi obtido na cultivar (FT 4181 IPRO) no tratamento T8, referente a imposição da lâmina deficitária ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. Segundo Santos e Carlesso (1998), a redução na emissão de folhas está relacionada com as alterações a nível celular na planta e com um outro fator envolvido: quanto menos a planta expande a parte aérea, esta tem um menor número de folhas o que afeta o desenvolvimento de novas folhas pela cultura, por causa da redução na fotossíntese ativa. Neste sentido, tal informação confirma os resultados obtidos no presente trabalho, onde percebeu-se que as plantas submetidas ao déficit hídrico ao longo de todo o ciclo produtivo, apresentaram uma menor quantidade de folhas.

Os resultados obtidos na presente pesquisa corroboram também com os de Nunes et al. (2016), que ao avaliar o efeito do manejo da irrigação deficitária em diferentes cultivares de soja, verificou uma diminuição da emissão de novas folhas para as plantas submetidas a irrigação deficitária ao longo de todo o ciclo fenológico.

Taiz et al. (2017) destacam o mecanismo morfofisiológico das plantas em função da necessidade em se resolver este conflito entre a conservação da água pela planta e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> para produção de carboidratos, como sendo uma das primeiras reações das plantas em relação ao déficit hídrico. Ou seja, o déficit

**Tabela 6.** Número de folhas (NFol – unidades) em três cultivares de soja irrigadas com lâminas deficitárias em distintas fases de cultivo

Lâminas de deficitárias	Cultivares		
	FT 4181 IPRO	FT 3191 IPRO	BG 478 IPRO
T1	100,33 aA	63,93 aB	96,00 aA
T2	69,83 aB	93,83 aA	70,83 aA
T3	62,50 aB	75,00 aB	50,16 aB
T4	78,16 aA	66,83 aB	62,83 aB
T5	92,50 aA	74,50 aB	49,83 aB
T6	58,66 bB	117,16 aA	93,50 abA
T7	96,66 aA	104,83 aA	78,16 aA
T8	38,83 aB	51,50 aB	40,50 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre as cultivares dentro de cada lâmina deficitária, não diferem em si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) e médias seguidas com mesma letra maiúscula, entre os tratamentos de lâminas deficitárias dentro de cada cultivar, não diferem em si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ )

hídrico induz a planta a desenvolver estratégias como decréscimo da emissão de folhas, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência e abscisão, que as conduzem a economizar água para uso em períodos posteriores, levando-as a tentarem atingir a produção de grãos.

A redução no desenvolvimento foliar também pode estar relacionada com a dificuldade da planta, sob estresse hídrico por falta de água, de absorver nutrientes do solo. Segundo Barbosa (2017), o déficit hídrico reduz a taxa de transpiração, o que reflete na absorção de nutrientes. Desta forma, a deficiência nutricional pode ser um dos fatores que restringem a planta de terem desenvolvimentos foliares normais.

Quanto a variável fitomassa seca total da parte aérea (FSTPA), é possível verificar através da Figura 3, que o maior resultado obtido (83,66 g planta<sup>-1</sup>) foi constatado para a cultivar FT 3191 IPRO dentro do tratamento T1, referente a aplicação da lâmina plena (100% da ET<sub>pc</sub>) durante todas fases de cultivo. No entanto, os resultados obtidos nos tratamentos T2 (81,23 g planta<sup>-1</sup>), T3 (76,75 g planta<sup>-1</sup>) e T6 (79,98 g planta<sup>-1</sup>), para a mesma cultivar, não diferem estatisticamente entre si. As menores produções de FSTPA (39,75 e 41,00 g plantas<sup>-1</sup>) foram obtidas nas cultivares (BG 478 IPRO e FT 4181 IPRO, respectivamente) sob o tratamento T8, referente a imposição da lâmina deficitária (50% da ET<sub>pc</sub>) ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. Resultados semelhantes são apresentados por Simeão (2015) ao constatarem maior produção de fitomassa seca da parte aérea em plantas submetidas a irrigação plena.

Jaleel et al. (2009) salientam que se o período de

estresse hídrico durante a fase de desenvolvimento da soja persistirem por muito tempo, a falta de água pode provocar alterações fisiológicas na planta como a presença de plantas pouco desenvolvidas, declínio da fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico, folhas pequenas, entrenós curtos, fechamento dos folíolos, diminuição da fitomassa, quedas e abortamento das flores, diminuição do número de vagens, vagens vazias, aumentando a suscetibilidade de patógenos e pragas, fechamento estomático, tendo como consequência uma dificuldade nas trocas gasosas e redução na produtividade (SINCLAIR et al., 2007). Neste contexto, os efeitos adversos proporcionados pela menor disponibilidade hídrica nas plantas submetidas a indução da lâmina deficitária ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento são condizentes com as afirmações acima mencionadas, uma vez que sob tal tratamento se obteve os menores valores de produção de fitomassa seca da parte aérea (hastes, folhas e vagens).

Na maioria dos casos, através do déficit provocado pela redução da lâmina de água, pode-se estimar a resposta entre plantas, sendo medida pela produtividade, crescimento (acumulação de matéria seca), ou o processo primário de assimilação do CO<sub>2</sub>, que estão relacionados com o crescimento geral das plantas (TAIZ et al, 2017). Fancelli e Dourado Neto (2000), destacam que a baixa disponibilidade de água para as plantas, associada a uma excessiva taxa transpiratória promovem um imediato fechamento dos estômatos, resultando na paralisação da fotossíntese, que em consequência ocasiona sérias reduções na quantidade de biomassa.

As alterações no processo fotossintético refletem

**Tabela 7.** Produção de fitomassa seca total da parte aérea (FSTPA – g planta<sup>-1</sup>) em três cultivares de soja irrigadas com lâminas deficitárias em distintas fases de cultivo

Lâminas de deficitárias	Cultivares		
	FT 4181 IPRO	FT 3191 IPRO	BG 478 IPRO
T1	67,31 aA	83,66 aA	63,51 aA
T2	48,11 bB	81,23 aA	48,91 bB
T3	78,45 aA	76,75 aA	58,41 aA
T4	82,51 aA	53,98 aB	65,26 aA
T5	65,55 aA	43,25 aB	49,35 aB
T6	65,48 aA	79,98 aA	72,41 aA
T7	77,91 aA	55,96 aB	68,64 aA
T8	41,00 aB	53,48 aB	39,75 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre as cultivares dentro de cada lâmina deficitária, não diferem em si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) e médias seguidas com mesma letra maiúscula, entre os tratamentos de lâminas deficitárias dentro de cada cultivar, não diferem em si pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ )

diretamente nas variáveis agronômicas como altura de planta, número de folhas e massa seca e fresca da folha e haste. Devido à redução na taxa fotossintética, as plantas apresentam uma menor produção de fotoassimilados, que seriam destinados para o seu crescimento e desenvolvimento, podendo reduzir a produção de sementes. Outra explicação para a redução nessas variáveis poderia ser o fato das células perderem o turgor, quando a planta está passando por períodos de déficit hídrico, o que diminui a condutância estomática e a expansão celular, ocorrendo, dessa forma, uma limitação do crescimento da cultura (JALEEL et al., 2009).

## CONCLUSÃO

- O déficit hídrico (50% da ET<sub>pc</sub>) imposto ao longo de todo o ciclo produtivo da soja propiciou uma redução drástica em todos os parâmetros avaliados (altura de plantas, número de folhas e produção de fitomassa seca da parte aérea).
- As cultivares FT 4181 e 3191 IPRO foram as que obtiveram as maiores respostas mediante a imposição da lâmina deficitária (50% da ET<sub>pc</sub>) durante os estádios fenológicos vegetativo e de floração e formação da produção (enchimento dos grãos), sendo, portanto, as mais indicadas para as condições edafoclimáticas do cerrado sul piauiense.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI) pela concessão da bolsa de iniciação científica e a Universidade Estadual do Piauí (UESPI) pelo apoio na condução da pesquisa.

## DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

**LOPES, T.S.:** Conceituação, Pesquisa, Redação – rascunho original, Redação – revisão & edição; **SOARES, R.W.F.:** Conceituação, Pesquisa, Redação – versão original, Redação – revisão e edição; **PEREIRA FILHO, J.V.:** Conceptualização, Metodologia, Gestão de Projetos, Supervisão, Redação – versão original; **NASCIMENTO, T.A.L.:** Conceituação, Pesquisa, Redação – redação original, Redação – revisão e edição; **SANTOS, N.C.:** Conceituação, Pesquisa,

Redação – rascunho original, Redação – revisão e edição; **PEREIRA, C.C.M.S.:** Análise Formal, Gestão de Projetos, Supervisão, Redação – redação original, Redação – revisão e edição.

## DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Os autores declaram que não têm interesses financeiros concorrentes conhecidos ou relacionamentos pessoais que possam parecer influenciar o trabalho relatado neste artigo.

## REFERÊNCIAS

BANCO DO NORDESTE. **Produção de Grãos do Nordeste em 2020**. DEE – Diário Econômico ETENE (Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste), Ano III, nº 3, ISSN 2594-7338. Available in: [https://bnb.gov.br/documents/1342439/6010837/03\\_17\\_01\\_2020.pdf/caf728eb-52f3-3f24-b1cf-95be2684670](https://bnb.gov.br/documents/1342439/6010837/03_17_01_2020.pdf/caf728eb-52f3-3f24-b1cf-95be2684670). Access in: 20 de junho de 2022.

BARBOSA, L. A. **Limite crítico do potencial hídrico da soja durante os estádios vegetativo e reprodutivo**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. 2017. 91 p.: il.

BERNARDO, S., SOARES, A. A., MANTOVANI, E. C. & SILVA, D. D. **Manual de irrigação**. Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2019.

CHAI, Q.; GAN, Y.; ZHAO, C.; XU, H. L.; WASKOM, R. M.; NIU, Y.; SIDDIQUE, K. H. M. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 36, n. 3, p. 1-21, 2016.

COELHO, E. F.; SANTOS, M. R. dos.; CRUZ, R. O. da R.; L. LIMA, W. F.; BARROS, D. L. Irrigação com déficit regulado em diferentes fases de cultivo de Bananeira ‘BRS princesa’. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.14, nº.2, p. 3931-3940, 2020.

COTRIM, C. E.; COELHO, E. F.; SILVA, J. A.; SANTOS, M. R. Irrigação com déficit controlado e produtividade de mangueira ‘Tommy Atkins’ sob gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, p. 2229-2238, 2017.

- DOOREMBOOS, J; KASSAM, A. H. **Efeito do rendimento das culturas**. Tradução de H.R. Gheyi, A.A.de Sousa, F.A.V. Damasceno, J.F.de Medeiros. Campina Grande, UFPB, 1994. 306P. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- FERNÁNDEZ, J. E.; ALCON, F.; DIAZ-ESPEJO, A.; HERNANDEZ-SANTANA, V.; CUEVAS, M. V. Water use indicators and economic analysis for on-farm irrigation decision: A case study of a super high density olive tree orchard, **Agricultural Water Management**, v 237, p. 106074, 2020.
- FERRARI, E.; PAZ, A. da; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em sementeiras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, v. 3, n. 1, p. 67-77, 2015.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS: Sisvar. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- JALEEL, C. A.; MANIVANNAN, P.; WAHID, A.; FAROOQ, M.; AL-JUBURI, H. J.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. **International Journal of Agriculture & Biology**. [S.L], v. 11, p. 100-105, 2009.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975.
- LIMA, N. R. de S. **Análise da evolução da produção de soja no estado do Piauí**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, São Paulo, 2016.
- MALDONADO JÚNIOR, W.; VALERIANO, T. B.; ROLIM, G. de S. EVAPO: Um aplicativo para smartphone para estimar a evapotranspiração em potencial usando dados meteorológicos em grade do sistema NASA-POWER. **Science Direct, Computadores e Eletrônicos na Agricultura**, v. 156, p. 187-192, 2019.
- MEDEIROS, R. M., SILVA, V. P. R., FILHO, M. F. G. Análise Hidroclimática da Bacia Hidrográfica do Rio Uruçuí Preto. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. v. 5, nº. 4, p. 151-163, 2013.
- NUNES, A. C.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, R. A.; SILVA JÚNIOR, J. L. C.; GONÇALVES F. B.; SANTOS, G. A. Agronomic aspects of soybean plants subjected to deficit irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, p.654-659, 2016.
- PEREIRA, C.N.; CASTRO, C.N.; PORCIONATO, G. L. **Dinâmica econômica, infraestrutura e logística no MATOPIBA**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Rio de Janeiro, 2018.
- ROCHA, R. S. et al. Desempenho agrônomo de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude em Teresina-PI. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.154-162, 2012.
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, p. 287-294, 1998.
- SFREDO, G. J. **Calagem e adubação da soja**. Embrapa, Circular Técnica, n. 61, 2008. Available in: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/470943/calagem-e-adubacao-da-soja> >, access in: 29/04/2023.
- SIMEÃO, M. **Crescimento e produtividade de grãos de soja sob déficit hídrico no solo**. 2015. 78p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2015.
- SINCLAIR, T. R.; PURCELL, L. C.; KING, C. A.; SNELLER, C. H.; CHEN, P.; VADEZ, V. Drought tolerance and yield increase of soybean resulting from improved symbiotic N<sub>2</sub> fixation. **Field Crops Research**, v. 101, p. 68-71, 2007.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre, ed. 6, 2017.