



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



TIAGO MONTELES CARNEIRO

PRODUÇÃO DE SOJA EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

Chapadinha – MA

2020

PRODUÇÃO DE SOJA EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação de Engenharia
Agrícola da Universidade Federal do
Maranhão como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

TIAGO MONTELES CARNEIRO

Orientadora: Prof. Dra. Maryzélia Furtado de Farias

Co-orientadora: MsC. Kamila Cunha de Meneses

Chapadinha – MA

2020

TCC defendida e aprovada, em ____ de _____ de _____, pela Comissão Examinadora constituída pelos professores:

Banca Examinadora

Prof. Dra. Maryzélia Furtado de Farias
(Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão- UFMA

MsC. Kamila Cunha de Meneses
(Co- orientadora)
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Prof. Dr. Washington da Silva Sousa
(Examinador)
Universidade Federal do Maranhão- UFMA

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia, à minha Mãe (in memoriam), que sempre acreditou no meu potencial, e por ser minha maior inspiração, para que eu sempre corra atrás dos meus sonhos e objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus, que me deu energia e força de vontade para concluir esse curso;

À minha mãe Antônia Monteles (in memorian), por ser minha maior motivação para que eu continue em busca dos meus objetivos;

Ao meu pai Eleozar Carneiro, que me incentivou todos esses anos que estive na graduação;

Aos meus irmãos, Assunção Monteles, Eleozar Júnior, Lídia Monteles, Lívia Monteles, Carlinhos Monteles e Carlos Alberto, que estiveram compartilhando comigo todos os momentos durante a graduação;

Ao meu cunhado Richard Wilker, por todo apoio e incentivo durante esses anos;

A todos os amigos do grupo de pesquisa MASCEMA, Jobson Eduardo, Kamila, Ivan, Mateus Ladeira, Karliane, e todos os outros que contribuíram para a realização deste projeto;

À minha orientadora, Prof. (a) Dr. (a) Maryzélia Furtado de Farias, que me ajudou com suas precisas e incisivas pontuações;

Aos meus amigos e companheiros de faculdade, Alessandro Lima, Jobson Eduardo, Klara Meneses, Renata Coutinho, Leosvânio de Jesus, Gildo Filho, Raul Fortes, Wesley e a todos os meus colegas da turma de Engenharia Agrícola;

Aos Professores, Fabiano e Washington, por todo o apoio e incentivo durante a graduação;

À todas as outras pessoas que direta ou indiretamente colaboraram com o sucesso deste trabalho.

RESUMO

O consumo hídrico da soja varia de acordo com o desenvolvimento vegetal e conforme as condições ambientais, com efeitos importantes em sua produção quando esta demanda não é atendida. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade de soja em diferentes regimes hídricos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: O tratamento T1 com irrigação plena (100% da ETc), tratamento T2 com déficit de 70% (com 30 % da reposição da ETc), tratamento T3 com déficit de 50% (com reposição de 50% da ETc), e o tratamento T4 com excesso (150% da ETc), totalizando 20 parcelas. A distribuição normal dos dados foi testada pelo teste Shapiro-Wilk e as variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F, em seguida as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O tratamento que mais se destacou em número de vagens e de grãos foi o T1 (irrigação plena) com a média de 70 vagens e o que apresentou um menor número de vagens e grãos foi o tratamento T2 (déficit de 70%) com a média de 30 vagens. O tratamento T1 com irrigação plena pode ser indicado para o manejo da irrigação da soja por apresentar uma maior produção.

Palavra- chave: Estresse hídrico, evapotranspiração de cultura, *Glycine Max L.*, rendimento da soja.

ABSTRACT

The water consumption of soybean changes according to plant development and environmental conditions, with important effects on its production when this demand is not met. Therefore, the objective of this work was to evaluate soybean production under different water regimes. The experiment was conducted in a greenhouse at the Center for Agricultural and Environmental Sciences at the Federal University of Maranhão. The design used was completely randomized with four treatments and five replications. The treatments used were: Treatment T1 with full irrigation (100% of ET_c), treatment T2 with 70% deficit (with 30% of ET_c replacement), treatment T3 with 50% deficit (with 50% replacement of ET_c), and treatment T4 with excess (150% of ET_c), totaling 20 plots. The normal distribution of data was tested by the Shapiro-Wilk test, and the variables analyzed were subjected to analysis of variance by the F test, then the means were compared by the Tukey test, at 5% probability. The treatment that stood out the most in the number of pods and grains was T1 (full irrigation) with an average of 70 pods and the one that showed the least number of pods and grains was treatment T2 (70% deficit) with an average of 30 pods. The T1 treatment with full irrigation can be indicated for the management of soybean irrigation since, when compared with the other treatments analyzed, it was the one that showed the highest production.

Keyword: Water stress, crop evapotranspiration, *Glycine Max L.*, soybean yield.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Soja	11
2.2. Estresse Hídrico	12
2.3. Irrigação	13
3. METODOLOGIA	14
4. RESULTADOS	17
5. CONCLUSÕES	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Visão geral do experimento.....	15
Figura 2: Comparação de médias pelo teste Tukey para, número de vagem (A) e número de grãos (B).	Erro! Indicador não definido. 8
Figura 3: Comparação de médias pelo teste Tukey para massa fresca da planta (A), massa seca da planta (B).....	19

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais “commodities” do agronegócio mundial. O Brasil é o maior produtor desta oleaginosa (CONAB, 2020). A soja possui uma grande importância na transformação da dieta da insegurança alimentar, devido ao seu grão ser rico em proteínas e óleos, usada na alimentação humana e animal (BATTISTI; BENDER; SENTELHAS, 2018).

A produção anual de soja no mundo é de aproximadamente 337 milhões de toneladas, em uma área plantada com cerca de 122 milhões de hectares (USDA, 2020). O Brasil lidera a produção mundial de soja com 124,8 milhões de toneladas, em seguida os Estados Unidos com 96,6 milhões de toneladas. No Brasil, o maior produtor é o Estado do Mato Grosso, com uma área plantada de 10,004 milhões de hectares e com uma produção de 35,8 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

A maior parte de água doce do planeta encontra-se em território brasileiro (13,22%), mas apesar de possuir toda essa disponibilidade de água no país, a divisão é desproporcional. Passam pelo território brasileiro em média de 260.00m³/s de água, sendo que 205.00 m³/s estão localizados na bacia do rio Amazonas, restando para o restante do território 55.000 m³/s de vazão média (ANA, 2016). A região Norte possui cerca de 80% dos recursos hídricos presente no Brasil, em contrapartida, outras regiões brasileiras, como por exemplo o Nordeste não possui água suficiente para atender as necessidades de toda população (GELAIN et al., 2018). Com isto, tornam-se necessárias pesquisas relacionadas ao uso dos recursos hídricos, principalmente, relacionadas à utilização de água no processo produtivo.

Diversas pesquisas realizadas no Brasil têm mostrado que a produtividade dos cultivos é influenciada por fatores climáticos, dentre esses, o estresse hídrico. A deficiência hídrica na soja pode causar redução do potencial hídrico foliar, fechamento estomático, diminuição da taxa fotossintética, redução da parte aérea, aceleração da senescência e abscisão das folhas (FERRARI; PAZ; SILVA, 2015). O consumo hídrico da soja varia com o desenvolvimento vegetal e em função das condições ambientais, com impactos relevantes em seu rendimento quando esta demanda não é atendida (SOUZA et al., 2016).

A hipótese básica desta pesquisa foi que o cultivo de soja sofre estresse hídrico, tanto com o manejo de deficiência como de excesso hídrico na irrigação no ciclo total da

cultura, prejudicando a produção. Portanto objetivou-se com este trabalho avaliar a produção de soja sob diferentes regimes hídricos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Soja

A cultura da soja teve origem na Ásia, de regiões da China antiga, e que rapidamente foi cultivada em outras regiões ao redor do mundo, chegando ao Brasil em meados do século XIX, na região nordeste do país (ALMEIDA JUNIOR et al., 2020).

Atualmente o Brasil é o maior exportador e o segundo maior produtor de soja do mundo (MOZENA et al, 2020). Na safra 2019/2020 contribuiu com cerca de 124,845 milhões de toneladas, correspondendo à aproximadamente 37% da produção mundial (CONAB, 2019). Isto é devido a boa adaptabilidade da cultura ao solo e clima brasileiro, melhoramento genético, dentre outros fatores, fez com que o país se tornasse um dos principais produtores e exportadores da *commodity* no mundo, destacando-se a região do Centro-Oeste como maior produtora da cultura no Brasil (SILVA et al., 2018; SILVA & NETO, 2019).

A soja é uma planta do metabolismo fotossintético tipo C3 (SNYDER, 2018). Sua morfologia é caracterizada por raiz pivotante, caule herbáceo e folha trifoliolada, possui ciclo anual, apresentando grande capacidade adaptativa a diversos ecossistemas (FERRARI et al., 2015). Essa oleaginosa é resistente ao estresse hídrico, desde que essa condição não ocorra em estádios críticos do ciclo da planta (GAVA et al., 2016).

A cultura da soja tem como exigência a faixa de temperatura do ar ótima entre 20°C e 30°C (SILVA, 2018). O crescimento vegetativo é baixo ou nulo em temperaturas do ar abaixo de 10°C, e acima de 40°C ocorrem efeitos adversos no metabolismo, reduzindo o crescimento da planta, sendo agravado em condições de déficit hídrico (FERRARI et al., 2015).

O sistema radicular da soja é caracterizado por ser difuso ou fracamente pivotante possuindo uma raiz principal e várias raízes secundárias, sendo que estas raízes laterais podem exibir um variado padrão de crescimento (BRESSAN, 2020). No geral, suas raízes concentram-se na porção do solo que variam de 15 a 20 cm. Para superar possíveis

situações de estresse hídrico, a soja precisa de um espaçamento adequado para que suas raízes sejam distribuídas de forma homogênea na camada inicial até 25 cm, pois uma concentração acentuada de raízes superficiais e o aprofundamento do sistema radicular têm efeito direto sobre a quantidade de água disponível para a cultura (BRASIL, 2017).

2.2. Estresse Hídrico

O estresse hídrico é um dos fatores mais impactantes que afetam o crescimento, o comportamento fisiológico e a produtividade dos vegetais. Correia et al. (2018) ao analisarem o efeito do estresse hídrico nas fases vegetativa e reprodutiva da soja, observaram que a soja submetida ao estresse hídrico na fase reprodutiva teve um rendimento reduzido, isso é devido aos processos fisiológicos como a fixação biológica do nitrogênio, trocas gasosas, translocação de fotossintatos, etc.; serem drasticamente afetados por estresses hídricos, principalmente na fase reprodutiva da soja.

A água é um fator ambiental mais importante para o desenvolvimento das plantas, pois o excesso causa sérios danos atingindo a aeração na zona radicular e a lixiviação dos nutrientes, enquanto o déficit pode reduzir o desenvolvimento da planta e impactar o metabolismo fisiológico e a produção (SILVA et al., 2015).

A seca é um dos estresses abióticos mais pesquisados atualmente por causa dos seus severos efeitos na redução do desenvolvimento e produção das culturas (BUENO et al., 2020). As plantas desenvolveram ao longo do seu processo de evolução com várias técnicas específicas de reposta (tolerância) a ambientes adversos, podendo ser citada a inibição do crescimento, a regulação osmótica e a desintoxicação, entre outros (BATISTA, 2017).

Um dos seus principais efeitos do estresse hídrico é a redução da fotossíntese. Isso porque, o primeiro evento ocasionado pela diminuição do potencial hídrico da planta é o fechamento estomático e, em decorrência disso, a assimilação do CO₂. Quando a disponibilidade de água do solo é reduzida, a taxa de fotossíntese limita frequentemente o crescimento das plantas (PALHARINI, 2016).

O fechamento dos estômatos é o primeiro mecanismo de proteção a seca. Existe dois tipos de fechamento, o hidropassivo e o hidroativo. O fechamento hidropassivo é causado pela redução do turgor. Possivelmente, este fechamento é ativado em ar de

baixa umidade. Já o fechamento hidroativo, os estômatos se fecham quando ocorre a desidratação das folhas e raízes (SANTOS, 2017).

Uma estratégia que as plantas adotam é a redução da área foliar com intuito de aumentar o sistema radicular da soja, para se adaptar em ambientes com pouco volume de água. Contudo, esse mecanismo causa efeitos desfavoráveis em outros processos importantes da soja. Com a diminuição da área foliar, a sua capacidade de disputa por luz fica reduzida, ocorrendo o decréscimo da taxa fotossintética, ocasionando a aceleração da taxa de senescência das folhas, dificultando o perfilhamento e ramificações, morte rápida dos perfilhos e retardando o crescimento e desenvolvimento da planta, causando uma diminuição significativa da produtividade (ARAÚJO JUNIOR et al., 2018).

Ao longo da evolução, as plantas desenvolveram mecanismos com os quais têm sobrevivido aos estresses hídricos. No primeiro caso, a planta sobrevive sob elevados estresses hídricos internos; no segundo, a planta completa o ciclo antes de períodos de secas; e, o terceiro caso, a planta mantém um potencial elevado de água nos tecidos (FARIAS et al., 2007).

2.3. Irrigação

A água é essencial para a manutenção da vida biológica e equilíbrio de processos hidrogeoquímicos que existem na Terra. Seu uso é notado em diferentes setores produtivos que vão desde o uso direto para o consumo humano, dessedentação animal, indústrias e irrigação. Da quantidade de água doce disponível no planeta, cerca de 70% da água consumida no mundo é usada na irrigação, o que a torna a maior consumidora de água doce no planeta (ERTHAL & BERTICILLI, 2018).

Com a crescente demanda por alimentos no mundo, é preciso investir em tecnologias que colabore com o aumento da produtividade das áreas agrícolas já existentes. Para isso, é necessário a utilização de técnicas de irrigação mais eficientes, para reduzir a utilização de água e energia, reduzindo os custos de produção devido a menor utilização de recursos (GAVA et al, 2015).

A irrigação é um método usado desde a antiguidade a fim de oferecer o número essencial de água ao cultivo, do instante em que necessita, até que o solo esteja úmido ou

molhado. Existem vários métodos de irrigação, isto é, técnicas utilizadas para que a água chegue às plantas. Os métodos podem ser classificados como superfície, aspersão e localizada, e dentro de cada um deles existem dois ou mais sistemas de irrigação que podem ser selecionados. Para isso é de extrema importância verificar o tipo de topografia, solo, cultura, clima que predomina a disponibilidade de água, os custos, entre outros (CUNHA & ROCHA, 2016).

A finalidade da irrigação é possibilitar água às culturas de maneira a atender suas exigências hídricas durante todo o seu ciclo. Sendo que o volume de água ideal irá depender da cultura a ser cultivada, da produtividade desejada, do local do cultivo, e da disponibilidade hídrica da região, tanto em épocas de estiagem quanto em períodos chuvosos, observando também o tipo de solo e a época do plantio, com a finalidade de definir a forma mais adequada e de melhor desempenho econômico, ambiental e agrônomo (ERTHALL & BERTICILLI, 2018). Estima-se que globalmente, a irrigação tem potencial para aumentar a produtividade em cerca de 2,7 vezes, quando comparado com cultivos de sequeiro (RIBEIRO et al., 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais/Universidade Federal do Maranhão (CCAA/UFMA) – Campus IV, em Chapadinha – MA, com coordenadas 03°44'28,7" S e 43°18'46" W e altitude de 107 m.

O solo utilizado foi um Latossolo Amarelo distrófico (LAd), textura franco-arenosa, segundo Santos et al. (2013). O clima da região é subúmido megatérmico (C2s2A 'a') de acordo com a classificação de Thornthwaite (1948), com grande deficiência hídrica no verão (PASSOS et al., 2016).

Foi realizada uma análise química (Tabela 1) composta do solo no início do experimento para a correção do solo conforme as recomendações de Ribeiro (1999). A cultivar utilizada foi a FT 4280 IPRO de ciclo curto entre 90 a 100 dias. Essa cultivar possui um altíssimo potencial produtivo, crescimento indeterminado, ampla adaptação, excelente sanidade foliar e radicular, PMG elevado, e tolerante à chuva na colheita.

TABELA 1. Resultados da análise química do solo da área experimental do CCAA-UFMA

Características	Teores	Características	Teores
pH em Água	5,1	M.O (g/Kg)	13
P (mg/dm ³)	30,2	CTC (cmolc/dm ³)	3,94
K (mg/dm ³)	0,16	SB (cmolc/dm ³)	3,01
Ca ²⁺ (cmolc/dm ³)	2,1	V (%)	76,3
Mg ²⁺ (cmolc/dm ³)	0,75	m (%)	0
Al ³⁺ (cmolc/ dm ³)	0		
H + Al (cmolc/dm ³)	0,93		

Análises realizadas no Laboratório do TerraBrasileira, ph é igual a 7,0, m é a saturação por alumínio, V é a saturação por bases, SB é a soma de bases trocáveis.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições. Os tratamentos foram quatro lâminas de irrigação: O tratamento T1 com irrigação plena (100% da ETc), tratamento T2 com déficit de 70% com 30 % da reposição da Evapotranspiração da cultura (ETc), tratamento T3 com déficit de 50% (com reposição de 50% da ETc), e o tratamento T4 com excesso (150% da ETc), totalizando 20 parcelas. Cada vaso recebeu uma planta (Figura 1). O experimento foi conduzido em ambiente protegido para se ter total controle das lâminas de déficit e excesso hídrico.



Figura 1: Visão geral do experimento.

A Evapotranspiração da Cultura (ETc) foi obtida pelo produto da Evapotranspiração de Referência (ETo) e o Coeficiente de cultivo (Kc). As estimativas de ETo serão pelo método padrão Penman-Monteith (Equação 1) (ALLEN et al., 1998), utilizando os dados meteorológicos, em escala diária.

$$ET_o PM = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

$$e_s = 0,6108.10^{\frac{7,5.T}{287,8+T}} \quad (2)$$

$$e_a = \frac{e_s + UR}{100} \quad (3)$$

$$\Delta = \frac{4098.e_s}{(T + 237,3)^2} \quad (4)$$

sendo, $ET_o PM$: evapotranspiração de referência por Penman-Monteith, em mm dia^{-1} ; R_n : radiação líquida total, em $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$; G : densidade do fluxo de calor no solo, em $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$; T : temperatura média diária do ar, em $^{\circ}\text{C}$; U_2 : velocidade do vento média diária a 2 m de altura, em m s^{-1} ; e_s : pressão de saturação de vapor, em kPa; e_a : pressão parcial de vapor, em kPa; $e_s - e_a$: déficit de saturação de vapor, em kPa; Δ : declividade da curva de pressão de vapor no ponto de T , em $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$; γ é o coeficiente psicrométrico, em $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Os coeficientes de cultivos de cada estágio fenológico foram definidos conforme a recomendação de Doorenbos e Kassam (1994).

Estádio fenológico	Kc
S a V2 (Emergência à crescimento)	0,35
V2 R1 (Desenvolvimento vegetativo à floração)	0,75
R1 a R5 (Floração à frutificação)	1,07
R5 a R7 (Formação da produção à Maturação)	0,75

Fonte: (FAO Irrigation Paper, 56).

Com noventa e três dias após o plantio, as plantas foram retiradas dos vasos, levadas para o laboratório e em seguida foram avaliadas as seguintes variáveis: Altura total de plantas (CT): obtida com o auxílio de uma trena (cm), inserção da primeira vagem (C1^a): obtida através de uma trena (cm), número de vagens (NV): obtido pela contagem de vagens em cada planta, número de grãos por planta (NG): obtido pela contagem de grãos em cada planta), diâmetro médio (DM): obtido através de um paquímetro (mm), massa

fresca da planta (MFP) e massa de 100 grãos (M100): obtidas através de uma balança (g), massa seca da planta (MSP) e massa seca dos grãos (MSG): obtidos pelo método de secagem em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C até atingir massa constante.

A distribuição normal dos dados foi testada pelo teste Shapiro-Wilk e as variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F, em seguida as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão apresentados os dados da análise estatística das variáveis estudadas. Analisando os efeitos dos tratamentos, foi observado que não houve diferença entre os tratamentos para altura total das plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de 100 grãos e massa seca dos grãos.

Cabe ressaltar que o diâmetro médio (DM) não teve uma distribuição normal, por isso não foi realizada a comparação de média.

Tabela 2: Análise de variância das variáveis Altura Total de Plantas (CT), Altura de Inserção da Primeira Vagem (C1°), Número de Vagens por Planta (NV), Número de Grãos por Planta (NG), Massa de 100 Grãos (M100), Massa Fresca da Planta (MFP), Massa Seca das Plantas (MSP) e Massa Seca de Grãos (MSG).

FV	GL	MQ								
		CT	C1 ^a	DM	NV	NG	M100	MFP	MSP	MSG
Tratamento	3	209,14 ^{ns}	34,34 ^{ns}	16,44*	1212,06*	5689,93*	19,44 ^{ns}	295,01*	300,52*	37,51 ^{ns}
Resíduo	16	70,05	9,07	2,59	150,75	830,82	3,53	32,87	20,08	6,33
CV (%)		14,48	25,4	32,35	35,47	39,38	30,7	55,27	79,004	42,4
Média G.		66,225	14,225	6,757	50,3	101,5	8,005	15,593	10,153	7,913
Shapiro-Wilk		0,703	0,762	0,002	0,144	0,138	0,225	0,127	0,006	0,584

*Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F; ns Não significativo; CV Coeficiente de Variação; GL grau de liberdade

Na Figura 2 são apresentados os gráficos da análise de cada variável individualmente. É possível verificar no número de vagem (Figura 2 A) e no número de grãos que o tratamento com irrigação plena (T1) e o tratamento com déficit de 70% diferiram entre si.

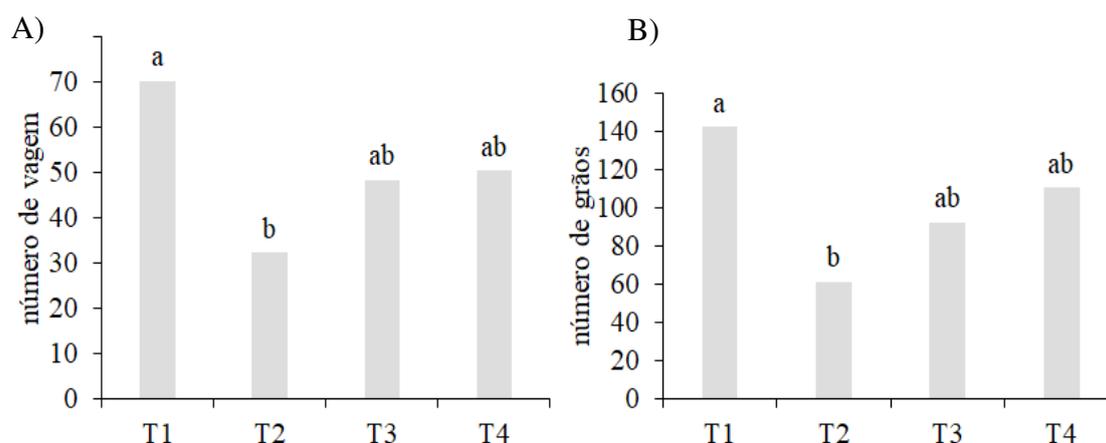


Figura 2: Valores médios de número de vagem (A) e número de grãos (B) em função das lâminas médias. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$).

O tratamento que mais se destacou em número de vagens e de grãos foi o T1 (irrigação plena) com a média de 70 vagens e 140 grãos e o que apresentou um menor número de vagens e grãos foi o tratamento T2 (déficit de 70%) com a média de 30 vagens e 60 grãos. O tratamento com o déficit de 70% obteve um resultado inferior aos demais tratamentos, porque quando a soja é submetida ao estresse hídrico durante a fase final de floração e na formação das vagens pode causar o abortamento de quase todas as flores restantes e vagens recém formadas (OLIVEIRA et al., 2020), resultando em um menor número de vagens e de grãos.

As plantas em condições de baixa disponibilidade hídrica pode reduzir o tempo de formação do grão e diminuir o crescimento e desenvolvimento do ovário, aumentando número de grãos abortados (OURY et al., 2015; OURY et al., 2016; MARWEIN et al., 2017).

Segundo GAVA et al (2015), tanto a escassez hídrica, quanto o excesso hídrico no solo pode causar prejuízos a cultura. O teor de água no solo, durante a germinação não pode exceder 85% nem ficar abaixo de 50% da água disponível. Sendo este, o nível de esgotamento permitido para o manejo de irrigação em condições médias de evapotranspiração que são de cerca de 5 a 6 mm d⁻¹ para a cultura de soja.

Em relação a massa fresca (Figura 3 A) e massa seca (3 B) da planta, verificou-se que o T2 (déficit de 70%) diferiu com o T1 (irrigação plena) e T4 (irrigação em excesso).

Talvez essa diferença tenha sido devido o T2 apresentar uma lâmina com valor bem distante aos valores das lâminas de T1 e T4. Já comparando T2 com o T3 que possuem lâminas com valores bem mais próximos em relação aos demais tratamentos, é possível notar que não diferiram entre si.

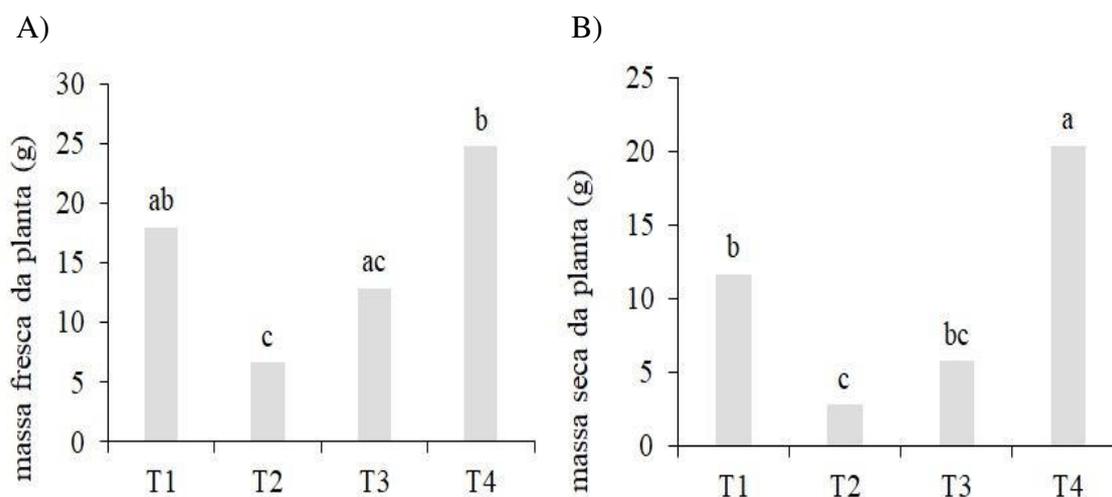


Figura 3: Valores médios de massa fresca da planta (A) e massa seca da planta (B) em função das lâminas médias. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$).

Observando as figuras relacionadas a massa fresca e massa seca da planta é possível notar que o tratamento com a lâmina em excesso (T4) obteve melhores médias com plantas de 25g de massa fresca e 20g de massa seca. GAVA et al. (2015) ao analisarem o estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja, constataram que o excesso não foi prejudicial, mostrando que lâminas de irrigação podem ser aplicadas sem causar danos por estresse nas plantas.

Já o tratamento com a lâmina com o déficit de 70%, obteve médias mais baixas em relação aos demais tratamentos, com 5g de massa fresca e massa seca inferior à 5g. Esse resultado provavelmente ocorreu porque quando a planta é submetida a condições de baixa disponibilidade hídrica a mesma ativa mecanismos fisiológicos que ajuda a reduzir a perda de água, como por exemplo, o fechamento dos estômatos ou alteração do ângulo foliar, resultando na redução da incidência de raios solares, fazendo com que não se realize fotossíntese na mesma intensidade e conseqüentemente, prejudicando a produção da matéria fresca e seca da planta (TEJEDA, 2019).

Segundo Ferrari et al. (2015), a baixa quantidade de água no solo, além de causar mudanças na expansão celular, na regulação estomática, na fotossíntese, na respiração,

na translocação de substâncias, na síntese da parede celular, na redução da taxa de crescimento, também produz mudanças no padrão de translocação de matéria seca.

5. CONCLUSÕES

O déficit de 70% (T2), influenciou negativamente na massa fresca e seca da planta, no número de vagens e número de grãos.

O tratamento T1 com irrigação plena pode ser indicado para o manejo da irrigação da soja por apresentar uma maior produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. In: Irrigation and Drainage Paper, n. 56. Rome: FAO, 1998.

ALMEIDA JÚNIOR, J. J., SMIJANIC, K. B. A., MATOS, F. S. A., PEROZINI, A. C., SOUSA, J. V. A., JUNIOR, L. F. R., ... & LIBERATO, P. V.. Utilização do fungicida Cronnos para o manejo químico das doenças na cultura da soja no sudoeste Goiano. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 87885-87892, 2020.

ANA. Informe: Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR). Brasília - DF, 2016.

ARAÚJO JÚNIOR, G. D. N. A., GOMES, F. T., SILVA, M. J., ROSA, A. M. F. J., SIMÕES, V. J. L. P., IZIDRO, J. L. P. S., SILVA, T. G. F.. Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. **PUBVET**, v. 13, p. 148, 2018.

BATISTA, F. P. D. S. Potencial de tolerância à seca de genótipos de trigo e soja em condição de Cerrado. 2017.

BATTISTI, R.; BENDER, F. D.; SENTELHAS, P. C. Assessment of Different Gridded Weather Data for Soybean Yield Simulations in Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, Jan. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00704-018-2383-y>>.

BRASIL, Suane de Oliveira Souza. Frequência de irrigação na cultura da soja no litoral cearense. 2017.

BRESSAN, D. Avaliação De Produtividade Da Soja (Glycine Max L.) De Três Diferentes Cultivares Em Área De Várzea Na Região Sul De Santa Catarina. **Agronomia-Tubarão**, 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). Acompanhamento da Safra Brasileira. Brasília-DF: Estúdio Nous, 2019/20.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 10 de novembro de 2020.

CORREIA, A.; MERTZ-HENNING, L. M.; FARIAS, J.; NEPOMUCENO, A.; NEUMAIER, N. Efeito do estresse hídrico nas fases vegetativa e reprodutiva da soja sobre o rendimento de grãos. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso**

(ALICE). In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 13., 2018, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2018., 2018.

CUNHA, K. C. B.; ROCHA, R. V. Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 1, n. 2, p. 62-74, 2016.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

ERTHAL, E. S.; BERTICILLI, R.. Sustentabilidade: Agricultura Irrigada e Seus Impactos Ambientais. **CIÊNCIA & TECNOLOGIA**, v. 2, n. 1, p. 64-74, 2018.

European Journal of Agronomy, v. 83, p. 1–14, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030116302155>>.

FARIAS, José Renato B.; NEPOMUCENO, Alexandre L.; NEUMAIER, Norman. Ecofisiologia da soja. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2007.

FERRARI, E.; PAZ, A. da; SILVA, A. C. da. Déficit Hídrico No Metabolismo Da Soja Em Semeaduras Antecipadas No Mato Grosso. **Nativa - Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v. 3, n. 2, p. 67–77, 2015.

GAVA, R., FRIZZONE, J. A., SNYDER, R. L., ALMEIDA, B. M., FREITAS, P. S. L., & REZENDE, R. Estratégias De Manejo De Déficit Hídrico Na Irrigação Da Cultura Da Soja/Strategies Of Deficit Water Management In Irrigation Of Soybean Crop. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 3, p. 305-315, 2016.

GAVA, R.; FRIZZONE, J. A.; SNYDER, R. L.; JOSE, J. V.; JUNIOR, E. F. F.; PERBONI, A. Estresse Hídrico Em Diferentes Fases Da Cultura Da Soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 6, p. 349–359, 2015. Disponível em: <<http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/368>>.

MARWEIN, M. A.; CHOUDHURY, B. U.; CHAKRABORTY, D.; KUMAR, M.; DAS, A.; RAJKHOWA, D. J. Response of water deficit regime and soil amelioration on evapotranspiration loss and water use efficiency of maize (*Zea mays* L.) in subtropical northeastern Himalayas. **International Journal Biometeorol.**; v.61, p.845-855, 2017.

MOZENA, A. L. K.; MENDES, N. A. C.; SANTOS, P. S. B. Análise Estatística De Acidentes Do Trabalho No Cultivo De Soja, Ocorridos No Brasil E Na Região Centro-

Oeste, De 2008 A 2018. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 14, n. 3, p. 198-207, 2020.

OLIVEIRA, Z. B.; KNIES, A. E.; GOMES, J. I T. Produtividade de cultivares de soja com e sem irrigação suplementar para a safra e safrinha de 2019/20 na região central do RS/Yield of soybean cultivars with and without supplementary irrigation for the 2019/20 harvest and off-season in the central region of RS. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 81268-81284, 2020.

OURY V., CALDEIRA, C. F.; PRODHOMME, D.; PICHON, J. P.; GILBON, Y.; TARDIEU, F.; TURC, O. Is change in ovary carbon status a cause or a consequence of maize ovary abortion in water deficit during flowering?. **Plant physiology**, v.2, p. 01130.2015, 2016.

OURY, V.; TARDIEU, F.; TURC, O. Ovary apical abortion under water deficit is caused by changes in sequential development of ovaries and in silk growth rate in maize. **Plant physiology**, v.171, p. 00268.2015, 2015.

PALHARINI, W. G. Influência do estresse hídrico sobre caracteres agronômicos, fisiológicos e abertura de vagens imaturas em soja. 2016.

PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço Hídrico E Classificação Climática Para Uma Determinada Região De Chapadinha - Ma. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, p. 758-766, 2016.

RIBEIRO, R. B.; FILGUEIRAS, R.; RAMOS, M. C. A.; ALMEIDA, L. T.; GENEROSO, T. N.; MONTEIRO, L. I. B. Variabilidade espaço-temporal da condição da vegetação na agricultura irrigada por meio de imagens SENTINEL-2a. **Rev. Bras. De Agric. Irrig**, v. 11, p. 1884-1893, 2017.

SANTOS, F. H. O.; ALVIM, M. NEIVA. Avaliação do crescimento *Ocimum basilicum* L. sob estresse hídrico. **NBC-Periódico Científico do Núcleo de Biociências**, v. 6, n. 12, 2017.

SANTOS, J. W. S., DA SILVA BARBOSA, W. S., DE OLIVEIRA TEODORO, I. P., COSTA SILVA, J. A., TEODORO, I., & BASTOS LYRA, G.. DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA COM IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR NOS TABULEIROS COSTEIROS DE ALAGOAS. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 13, n. 6, 2019.

SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M.; FILGUEIRAS, L.; MELO, A. S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 10, 2015.

SOUZA, E. J.; CUNHA, F. F. da; MAGALHÃES, F. F.; SILVA, T. R. da; SANTOS, O. F. da. Eficiência Do Uso Da Água Pelo Milho Doce Em Diferentes Lâminas De Irrigação E Adubação Nitrogenada Em Cobertura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 4, p. 750–757, 2016. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/396/pdf_284>.

SOUZA, J. M. T. Resposta à irrigação de duas variedades de soja cultivadas em Dourados-MS. 2016.

TEJEDA, L. H. C. **Déficit hídrico em plântulas de milho: aspectos morfológicos e moleculares**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.