

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**CAMPUS DE SINOP**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**DIFERENTES TEMPERATURAS DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA**  
**CULTURA DA SOJA**

**PÂMELLA DO CARMO SAMPAIO**

**SINOP – MT**  
**Fevereiro - 2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**CAMPUS DE SINOP**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**DIFERENTES TEMPERATURAS DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA**  
**CULTURA DA SOJA**

**PÂMELLA DO CARMO SAMPAIO**

**ORIENTADOR: CASSIANO SPAZIANI PEREIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Curso de Agronomia do  
ICAA/CUS/UFMT, como parte das exigências  
para a obtenção do Grau de Bacharel em  
Agronomia.

**SINOP – MT**  
**Fevereiro – 2023**

### **Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

S192d SAMPAIO, PÂMELLA DO CARMO.  
DIFERENTES TEMPERATURAS DE ÁGUA DE  
IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA SOJA [recurso eletrônico] /  
PÂMELLA DO CARMO SAMPAIO. -- Dados eletrônicos (1  
arquivo : 27 f., pdf). -- 2023.

Orientador: CASSIANO SPAZIANI PEREIRA PEREIRA.  
Coorientador: ANDERSON LANGE LANGE.  
TCC (graduação em Agronomia) - Universidade Federal de  
Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop,  
2023.

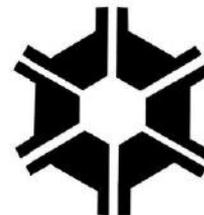
Modo de acesso: World Wide Web: <https://bdm.ufmt.br>.  
Inclui bibliografia.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**



## **TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC**

**TÍTULO DO TRABALHO: DIFERENTES TEMPERATURAS DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA SOJA**

**ACADÊMICO: PÂMELLA DO CARMO SAMPAIO**

**ORIENTADOR: CASSIANO SPAZIANI PEREIRA**

**CO-ORIENTADOR: ANDERSON LANGE**

**APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:**



Documento assinado digitalmente  
CASSIANO SPAZIANI PEREIRA  
Data: 09/02/2023 18:06:32-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

**CASSIANO SPAZIANI PEREIRA**  
**Orientador**



Documento assinado digitalmente  
ANDERSON LANGE  
Data: 10/02/2023 16:40:12-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

**ANDERSON LANGE**  
**Co-orientador**

DANIEL  
BOGORNI:01442444118

Assinado de forma digital por  
DANIEL BOGORNI:01442444118  
Dados: 2023.02.09 21:00:58  
-03'00'

---

**DANIEL BOGORNI**  
**Membro**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a toda minha família que tanto me incentivaram e me deram forças para não desistir dos meus sonhos.

A minha família que acreditou em mim e no sonho de cursar agronomia, que foi meu apoio em todas as situações enfrentadas, que acreditaram no meu potencial e foram a base de todas as conquistas, cuidando de mim nos momentos de turbulência e desafios, e compartilhando as alegrias nas vitórias alcançadas. Aqui dedico a vocês mãe, pai e irmãos pois esta vitória tão importante para nós.

Aos amigos feitos nessa caminhada vocês tem um lugar especial no meu coração, muitos desde o início outros encontrados pela caminhada. Que juntos passamos pelos momentos difíceis e alegres, que compartilhamos a alegria de ver o progresso de cada um, e a nossa tão sonhada formação, cada um no seu tempo, mas todos alcançando as metas, obrigada a todos vocês que participaram da minha jornada até aqui, um grande abraço à Ester Monteiro, Vanessa Martins, Beatriz Basto ao meu amigo, companheiro que nunca deixou eu desistir dessa caminhada, acreditando que eu podia alcançar meus objetivos, obrigado Yuri Rezende por todo amor e companheirismo na caminhada.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus que me deu sabedoria e capacidade para desenvolver este trabalho, a minha família e amigos que sempre estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis dessa jornada, me dando força para seguir em frente e que eu nunca desistisse de realizar meus sonhos.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
2.1 Critérios para o manejo da irrigação.....	12
2.2 Coeficiente de cultura. ....	14
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1. Descrição do cultivar utilizada.....	18
3.2. Área experimental.....	18
3.3. Metodologia.....	18
3.4 Altura de Plantas.....	19
3.5 Área Foliar.....	19
3.6 Massa seca de raiz.....	20
3.7 Massa seca de parte aérea.....	20
3.8 Análises Estatísticas.....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>211</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>25</b>
<b>6. REFERENCIAS .....</b>	<b>26</b>

## RESUMO

A soja é uma planta do gênero *Glycine*, seu grão teve seu consumo expandido nas últimas três décadas. O objetivo deste trabalho foi determinar o crescimento vegetativo da soja sob influência de diferentes temperaturas de água de irrigação no solo. O experimento foi conduzido no telado do setor do Viveiro da Universidade Federal de Mato Grosso – Campus de Sinop, do dia 08 de abril de 2022 a 22 de julho de 2022. O delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições (em vaso) estudando-se diferentes temperaturas da água de irrigação a saber: 10C°, 20C°, 30C°, 40C°, 40C°, 50C° e 60C°. Foram utilizadas 5 repetições. Avaliou-se altura de plantas (AP), área foliar (AF), massa seca de raiz (MSR), massa seca parte aérea (MSPA). As temperaturas da água de irrigação entre (40 e 60) provoca feitos negativos na produtividade da soja.

**Palavras-chave:** Temperaturas; Água; Irrigação; Cultura; Soja.

## ABSTRACT

Soy is a plant of the genus *Glycine*; its grain has had its consumption expanded in the last three decades. The objective of this work was to determine the vegetative growth of soybean under the influence of different soil water temperatures. The experiment was carried out in the greenhouse of the Nursery sector of the Federal University of Mato Grosso – Sinop Campus, from April 8, 2022 to July 22, 2022. The experimental design was in randomized blocks, with five replications (in pots) studying Different irrigation water temperatures were used, namely: 10C°, 20C°, 30C°, 40C°, 40C°, 50C° and 60C°, 5 replicates of each pot were used. Plant height (AP), leaf area (AF), root dry mass (MSR), shoot dry mass (MSPA) were evaluated. Soybeans sown in succession to crops (10, 20, 30 and 50) show higher yields. Obtaining an optimal yield in a given environment depends on maximizing the genetic potential of a given cultivar. This involves having enough time for vegetative growth so that the predominant photoperiod does not reduce productivity, and avoiding water stress Crops (40 and 60) in the crop succession system did not have negative effects on soybean productivity.

**Keywords:** Temperatures; Water; Irrigation; Culture; Soy.

## 1. INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais culturas do agronegócio brasileiro e ocupa atualmente 49% da área de grãos do país, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021). Na safra 2021/2022, a área plantada foi de 73,8 milhões de hectares e a produção atingiu 272,5 milhões de toneladas, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022).

O Brasil é o maior produtor do mundo, e Mato Grosso é o maior produtor com área semeada - 10.909,4 milhões de hectares e a produção de 40,5 milhões de toneladas, sendo o município de Sorriso - produzindo na região é de 2.141.700 toneladas e o valor da produção, também é o município que, individualmente, mais produz grãos no Brasil.

O melhoramento genético veio para possibilitar aos produtores rurais melhoria na qualidade dos grãos, aumento do potencial produtivo, adaptação às condições ambientais, resistência às pragas, tolerância à herbicidas, tolerância à seca.

De acordo com (OLIVEIRA, 2022), quando o assunto é recurso hídrico da soja, a cultura tem dois períodos críticos. Na germinação-emergência das plântulas e floração-enchimento de grãos. A oferta de recursos hídricos nesses estádios pode influenciar bastante na produtividade da lavoura tanto positivamente ou negativamente.

Segundo dados da Embrapa (2021), a semeadura da soja não deve ser realizada em condições de temperatura do solo inferiores a 20°C, sendo considerada a faixa de temperatura do solo ideal para a germinação da soja entre 20 e 30°C.

Conforme o artigo DIFERENTES TEMPERATURAS DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO FEIJOEIRO (Pereira, C. S., Oliveira, D., Fiorini, I. V. A., & Silva, A. A. 2021), fizeram um estudo com objetivo de verificar a influência de diferentes temperaturas da água de irrigação, sobre o feijão comum *Phaseolus vulgaris L.*, variedade Dama, o experimento foi desenvolvido no mesmo local em que foi realizado os estudos da soja na casa de vegetação no Viveiro Florestal da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), campus Sinop e utilizou-se como tratamento a irrigação de plantas do feijoeiro em vasos. Para a realização desse experimento foi aplicado as seguintes temperaturas: 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 40°C. Eles avaliaram o crescimento vegetativo das plantas como altura; número de folhas; área foliar e massa seca da parte aérea e a massa seca radicular e os teores de clorofila Clorofilog®. Na resolução do experimento foi observado que a variação de temperatura da água de irrigação de 10°C até 40°C não alteraram as variáveis altura de plantas, diâmetro de caule, número de

folhas e massa seca de parte aérea. A água aplicada com temperatura de 30°C fez as plantas atingirem maior peso de raiz, já o tratamento de 35°C apresentou melhores resultados para índice de clorofiloG®.

O objetivo deste trabalho com plantio de soja foi determinar o crescimento vegetativo da mesma sob influência de diferentes temperaturas de água no solo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil se tornou o segundo maior produtor de soja depois dos EUA. As projeções para o ano de 2022 indicam que a produção de soja do país aumentará para 105 milhões de toneladas, em grande parte devido à grande extensão de terras cultiváveis em potencial no Brasil (CARLESSO; PETRY; ROSA, 2013).

A soja foi introduzida no Brasil no final do século XIX. No entanto, a ampla produção não ocorreu até cerca de 60 anos atrás na parte sul do país. O cultivo então se espalhou do sul para as seções central e norte do país. Nos últimos anos, a produção se espalhou para a Região do Cerrado, uma área nas partes central e do interior do Brasil com 204 milhões de hectares de terras (CORRÊA, 2018).

### 2.1 Critérios para o manejo da irrigação

A temperatura do ar tem uma forte influência nas taxas de todos os processos metabólicos e fisiológicos que ocorrem durante o desenvolvimento. Isso tem um efeito direto na taxa de crescimento e na produção. A temperatura também tem um efeito significativo na duração dos diferentes períodos de desenvolvimento que constituem o ciclo da cultura da soja. Em particular, os períodos da emergência à floração e da floração à maturidade são afetados por ele (ROTH; VIEIRA, 2019).

A irrigação em excesso tem, como consequências, o desperdício de energia gasta com bombeamento desnecessário de água. Para exemplificar, um milímetro de lâmina de água excedente em uma área irrigada de 100 ha, representa a condução desnecessária de 1000 m<sup>3</sup> de água, que pode consumir, dependendo das condições do equipamento, de 3 a 8 kWh de energia elétrica (Marouelli *et al.*, 1996). Em estudo mais recente Carlesso *et al.* (2003) estimaram em R\$100,00, o custo de aplicação de 1 mm de água em pivô de 100 ha.

Deve-se, portanto, manejar racionalmente a irrigação para se definir o momento exato e a quantidade de água a ser aportada na área irrigada para atender as necessidades hídricas das culturas. São vários os procedimentos que podem ser adotados como critérios para se determinar quando e quanto de água deve ser aplicada em uma cultura. A maioria dos critérios se baseia no estado da água em um ou mais componentes do sistema solo-planta-atmosfera (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2016).

De acordo com inúmeros pesquisadores, o ideal seria monitorar o grau de deficiência hídrica na própria planta. Muitos indicadores podem ser utilizados para esse fim. Abertura

estomática, temperatura de folha, taxa de transpiração, potencial osmótico, potencial de água, entre outros são parâmetros que poderiam, com boa precisão, fornecer informações para se estabelecer critérios para quantificar as necessidades de água de uma cultura. Entretanto, para esses procedimentos os equipamentos são dispendiosos e inacessíveis à maioria dos produtores (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2016).

Recomenda-se que o plantio da soja não seja feito quando a temperatura do solo estiver abaixo de 20°C para que a germinação e a emergência da planta não sejam comprometidas. Uma vez que as temperaturas atingem este nível, a taxa de germinação aumenta exponencialmente com o aumento da temperatura (SALTON; MIELNICZUK, 2017).

Assim, o número de dias desde a semeadura até o estado de emergência (LV) pode variar em torno de 5 a 15 dias, dependendo da temperatura. Ainda segundo os autores, a temperatura é o principal fator que influencia o desenvolvimento das plantas, onde baixas temperaturas retardam e altas temperaturas aceleram a emergência das plântulas e o desenvolvimento das folhas (SARAIVA; TORRES, 2017).

O curso de tempo da atividade vegetativa das plantas é ajustado às condições locais durante a estação de crescimento. Nos trópicos e subtropicais secos, a estação de crescimento é limitada pela intensificação do estresse hídrico quando a estação seca começa (SALTON; MIELNICZUK, 2017).

Nas condições do Brasil, o clima predominante é quente e seco. Segundo alguns autores, para soja temperaturas acima de 40 oC têm efeito adverso na taxa de crescimento, na taxa de formação dos nós e no crescimento dos internódios e na iniciação floral. Isso causa problemas com a floração, formação e retenção de vagens e resulta em menor produção. Esses problemas se acentuam com a ocorrência de déficits hídricos (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2016).

As diferenças na data de floração entre os anos por uma cultivar semeada na mesma estação são devidas a variações de temperatura. Assim, altas temperaturas podem fazer com que a soja floresça muito cedo, o que pode causar uma diminuição na altura da planta e acelerar o amadurecimento da cultura.

A nodulação e a fixação de nitrogênio na soja são muito afetadas pela temperatura do solo e o crescimento de *Bradyrhizobium japonicum* é limitado por temperaturas acima de 33 oC. Ao enfrentar o estresse ambiental, há sempre uma interação genótipo x ambiente que deve ser considerada durante o programa de melhoramento para o desenvolvimento de cultivares (MOREIRA; CÁNOVAS; STONE, 2017).

A radiação solar é um fator ambiental crítico porque afeta diretamente a taxa de crescimento da cultura e a capacidade de obter secura suficiente importante para o potencial de

rendimento ideal. A disponibilidade de água também é muito importante, pois afeta a expansão foliar, a taxa fotossintética, a taxa de crescimento da cultura e a fixação de nitrogênio (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2016).

Não apenas o nível de luz é importante, mas a duração do dia, ou fotoperíodo, também é importante. O fotoperíodo afeta muitos processos de desenvolvimento, como floração, germinação de sementes, crescimento de caules e folhas, formação de órgãos de armazenamento e partição de assimilados.

Também afeta a expansão foliar, fotossíntese, senescência, dormência de botões e outros processos. Fotoperiodismo é um termo que descreve todas essas respostas das plantas à duração do dia ou fotoperíodo. O fotoperíodo será determinado pela latitude de onde a cultura é cultivada e a data de plantio (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2016).

Para a soja, o fotoperíodo efetivo inclui o tempo do nascer ao pôr do sol e parte do crepúsculo civil. Três tipos de resposta fotoperiódica são reconhecidos: resposta de dias curtos em que a floração é induzida e ou acelerada em um determinado dia crítico ou menos; resposta de longo dia em que a floração é induzida e ou acelerada em um determinado período do dia crítico ou mais; e dia neutro em que o período de floração não é afetado pela duração do dia. A soja é uma planta de dias curtos (MOREIRA; CÁNOVAS; STONE, 2017).

Uma vez que o crescimento vegetativo da soja ocorre entre a emergência e o início do enchimento das sementes, é importante que a soja seja plantada em uma latitude e data de plantio em que os dias sejam longos o suficiente para permitir tempo suficiente para o início do enchimento das sementes para que o acúmulo de matéria seca é grande o suficiente para um potencial de rendimento ideal (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2016).

## **2.2 Coeficiente de cultura**

O maior problema com a expansão da soja do Brasil está nessas baixas latitudes, a duração do dia raramente é superior a 12 horas por dia. Idealmente, é melhor plantar em outubro ou novembro para aproveitar os dias cada vez mais longos que ocorrem nessa época e continuar até o solstício de verão no final de dezembro.

Uma vez que o período crítico de dias curtos para acelerar o florescimento ocorre quando o fotoperíodo é menor que 13,5 a 14,5 horas (o comprimento varia com o grupo de maturidade e cultivares dentro dos grupos de maturidade), a soja típica plantada nesta região terá um tempo muito curto para florescer e o início do enchimento das sementes para atingir o tamanho suficiente para um rendimento ideal (SALTON; MIELNICZUK, 2017).

A palhada atua na primeira fase do processo de evaporação da água do solo, reduzindo a taxa de evaporação devido à reflexão de energia radiante. A taxa de redução depende da magnitude da cobertura morta e da arquitetura e desenvolvimento do dossel da planta cultivada (SARAIVA; TORRES, 2017).

Assim, quando a palhada é pouca ou é rapidamente decomposta, e a cultura cobre rapidamente o solo, esse benefício não é tão expressivo. Esta é a razão da diferença de comportamento, entre os solos cobertos e descobertos, em relação à eficiência do uso da água (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2016).

Devido à rápida decomposição dos resíduos com baixa relação C/N em condições de clima tropical, diminuindo seu volume, reduzindo a porcentagem de cobertura do solo e aumentando, em consequências, as perdas de água por evaporação e pelo escoamento superficial, a eficiência do uso da água é menor no SPD à medida que a cobertura morta for menor e/ou não perdurar até o final do ciclo do milho. Moreira et al. (1999) observou que a economia de água começa a ser importante a partir de 50% de cobertura do solo pela palhada, implicando em menor número de irrigações (SARAIVA; TORRES, 2017).

Por esse motivo, muitas pesquisas no Brasil têm se concentrado na incorporação do traço “juvenil longo” em cultivares de soja. O período juvenil é o período inicial no crescimento da planta quando sua taxa de desenvolvimento não acelera em resposta a dias curtos. Dessa forma, cultivares com essa característica terão mais tempo para floração e início do enchimento das sementes em relação às que não o possuem.

A incorporação dessa característica nas cultivares brasileiras facilitou muito a expansão da soja para o norte do Brasil. A fisiologia do modo de ação do longo período juvenil ainda é desconhecida. A característica é causada por uma capacidade retardada da planta para responder a dias curtos ou uma necessidade de mais ciclos de dias curtos para induzir e promover a floração em relação a outros grãos de soja (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2016).

O problema da floração prematura induzida por dias curtos no norte do Brasil foi abordado selecionando genótipos com insensibilidade ao fotoperíodo e ou com um longo período juvenil. Diversos programas de melhoramento têm contribuído para o desenvolvimento de cultivares de alto rendimento adaptadas às diferentes condições agro-climáticas do Brasil. Para a expansão para o centro e norte do Brasil, os programas de melhoramento têm seguido uma estratégia de desenvolvimento de genótipos adaptados a baixas latitudes, por meio da incorporação do caráter juvenil longo (SALTON; MIELNICZUK, 2017).

A disponibilidade de água é outro fator de estresse ambiental importante para a cultura da soja no norte do Brasil. O primeiro período crítico é a germinação das sementes e o

desenvolvimento das mudas. As sementes de soja precisam absorver água suficiente para atingir o teor de umidade de 50% para garantir uma boa germinação (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2016).

O conteúdo de água do solo deve estar entre 50-85% do total de água disponível. Uma precipitação anual de 700-1200 mm bem distribuída durante o ciclo da soja (500 a 700 mm) atenderá às necessidades hídricas das lavouras. A necessidade de água da soja aumenta com o desenvolvimento da planta, atingindo um máximo durante os períodos de floração e enchimento de grãos (7-8 mm/dia), e diminuindo posteriormente (SARAIVA; TORRES, 2017).

A estação de cultivo no norte do Brasil é amplamente determinada pela ocorrência das estações chuvosa e seca da região. A estação seca ocorre entre maio a setembro e qualquer agricultura durante esta época requer irrigação. A seca costuma ser o principal fator responsável pelas perdas de safra. Os dois períodos mais críticos para o estresse hídrico na soja são durante a emergência das sementes até o estabelecimento da muda e o período de enchimento do grão (SEGUY; BOUZINAC; MATSUBARA, 2015).

Durante a germinação, tanto o excesso quanto a falta de água são prejudiciais ao estabelecimento da cultura. Solos com baixo armazenamento de água em geral são impróprios para a produção de soja para a maioria dos cultivares e datas de plantio (SARAIVA; TORRES, 2017).

A planta de soja requer mais água à medida que o crescimento e o desenvolvimento avançam. O pico de demanda ocorre durante a floração e no início da formação da vagem e permanece alta até a maturidade fisiológica. O período mais crítico é durante a floração e a formação inicial da vagem (SALTON; MIELNICZUK, 2017).

O estresse hídrico nesta época causará o aborto de flores e frutos, resultando em menor produção de sementes e rendimento reduzido. Os dados de precipitação do estado da Bahia indicam que há 80% de chance de receber chuvas suficientes para evitar o estresse hídrico durante os períodos críticos [36]. A variável mais importante a ser considerada ao lidar com o estresse hídrico é a retenção de água no solo durante a estação de crescimento (SARAIVA; TORRES, 2017).

Em resumo, a obtenção de um rendimento ótimo em um determinado ambiente depende da maximização do potencial genético de uma determinada cultivar. Isso envolve ter um tempo suficiente para o crescimento vegetativo, de modo que o fotoperíodo predominante não reduza a produtividade, e evitar o estresse hídrico (MOREIRA; CÁNOVAS; STONE, 2017).

Ensaios experimentais no Brasil demonstraram que existe um potencial de rendimento genético de mais de 5.000 kg / ha de grãos. O potencial genético para a maioria das safras

cultivadas aumentou muito nos últimos 100 anos. No entanto, perceber esse potencial vai depender de lidar com o estresse ambiental (SARAIVA; TORRES, 2017).

A soja é reconhecida por ter ampla diversidade genética e, com pesquisas genéticas e de melhoramento adequadas, pode ser adaptada a uma ampla gama de condições ambientais. Os esforços no Brasil nos últimos 40 anos para lidar com os problemas apresentados pela adaptação fotoperiódica e lidar com outros estresses ambientais têm mostrado como isso pode acontecer por meio de esforços cooperativos de pesquisa envolvendo criadores, fisiologistas, geneticistas e agrônomos (MOREIRA; CÁNOVAS; STONE, 2017).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da cultivar utilizada

A cultivar utilizada no experimento foi a ANsc 89 109, pertencente à empresa AGRO NORTE, soja convencional, com altura média de 70,8 cm, cor da flor roxa, crescimento determinado, potencial reprodutivo 8,9kg/ha com alta produtividade. Por via de regra a planta apresenta pelos no caule e pecíolos nas folhas. O peso de 1000 grãos e de 166kg, variedade considerada pela empresa como rústica, pois é tolerante a seca e solos arenosos.

#### 3.2. Área experimental

O trabalho foi conduzido na safra 2021/2022, no setor do viveiro da UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO – UFMT, CAMPUS SINOP. O município de Sinop está situado no estado de Mato Grosso (Latitude 11°51'49.48"S", Longitude 55°29'7.19"O). A região de Sinop é formada por um bioma de transição Cerrado/Amazônia, se caracterizado por altas temperaturas e pluviosidade, em média de 28 C° e 1961 mm de chuvas bem distribuídas, com uma altitude de 269 metros ao nível do mar.

#### 3.3 Metodologia

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco repetições, e utilizando-se de 30 vasos. Foram seis tratamentos ou temperaturas diferentes de água de irrigação: 10C°, 20C°, 30C°, 40C°, 50C° e 60C°.

Antes do início do experimento foi coletado solo da FAZENDA ALIANÇA, localizada no município de Nova Canaã do Norte -MT, antes de ser colocado nos vasos, retirou-se uma amostra para a análise química do solo. Com a amostra obteve-se os seguintes valores: pH (H<sub>2</sub>O) 4,2; P 1,45 mg dm<sup>-3</sup>; Ca 0,23 cmol/dm<sup>-3</sup>; Mg 0,9 cmol dm<sup>-3</sup>; Al 0,3 cmol dm<sup>-3</sup>; H 5,57 cmol dm<sup>-3</sup>; H+Al 4,5 cmol dm<sup>-3</sup>; V: 4,20%. Os valores de micronutrientes em mg dm<sup>-3</sup> foram: Zn 0,08; Cu 0,75; Fe 157,50; Mn 4,26; B 0,14. Após os resultados da análise foi realizada a correção do solo com calcário com aplicação de 1kg de calcário magnesiano para 220 kg de solo, para reduzir a acidez do solo e corrigir o pH. Após a aplicação e mistura do calcário no solo esperou-se por um período de 30 dias, irrigando todos os dias para reação do calcário e posterior implantação do experimento

A semeadura ocorreu no dia 28 de abril de 2022, em cada vaso foram semeadas 10 sementes do cultivar ANsc 89 109 a 2cm de profundidade. Todas as sementes foram tratadas com inoculante a base de *Bradyrhizobium japonicum*, na dose de 5mL a cada 100g de sementes.

A aplicação do tratamento de sementes (TS) ocorreu em uma jarra para completo envolvimento das sementes e logo após esperou-se as sementes secarem para a semeadura. O experimento foi instalado na casa de vegetação, para condução das plantas utilizou-se vasos de 7 Litros, que ficaram sobre bancadas a 1,3 m do solo, espaçados 15 cm entre si e distribuídos ao acaso, com um total de 5 repetições por tratamento, sendo realizados 6 tipos de diferentes temperaturas.

A irrigação foi feita com turno de rega diário a aplicação de 1 litro (para os vasos com 6kg de solo). A água da irrigação tinha a temperatura corrigida de acordo com o determinado a cada tratamento.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições, sendo estas diferentes temperaturas de água de irrigação: 10°C; 20°C; 30°C; 40 °C; 50°C; 60°C. A água era temperada com gelo ou água quente até chegar a temperatura possível a obtenção dos tratamentos desejados, realizando-se o aquecimento da água e a armazenagem da mesma em uma garrafa térmica para a aplicação nas plantas, para evitar variações nas temperaturas utilizadas.

Na semeadura utilizou-se 10 sementes por vasos, após as plantas atingirem o estádios fenológico V2, foi realizando o raleio em VE para duas plantas por vaso, para evitar a competição de nutriente entre elas, podendo assim obter melhores resultados no final do experimento.

A adubação ocorreu no dia da semeadura e foi através da aplicação de 30g do formulado N P K: 04 -14 - 08 incorporado no solo por vaso, calculados de acordo com a necessidade da cultura.

No experimento não houveram problemas com insetos e doenças, não sendo necessário o uso de inseticidas foliares na cultura. O controle de plantas daninhas foi feito através de limpeza manual.

### **3.4 Altura das plantas (AP)**

A AP foi avaliada aos 45 dias, medindo a altura de duas plantas por parcela, tomando-se os valores do nível do solo, até o ápice das plantas com o auxílio de uma régua. Depois das medições obteve-se a altura média por parcela. Os resultados foram expressos em cm.

### **3.5 Área foliar (AF)**

A AF foi avaliada aos 45 dias, estimada através do integrador de área foliar Licor LI3100 Area Meter, colocados os materiais em uma esteira e então é feita a medição. Foram

separados todos os folíolos para que a taxa de erro seja a menor possível, otimizando a medição. Os resultados foram expressos em  $m^2$ .

### **3.6 Massa seca de raiz (MSR)**

Para a determinação da MSR, as plantas foram cortadas rente ao solo, com o auxílio de uma vaca sem ponta foi feita a retirada das raízes dos vasos. Após limpar bem as raízes, retirando todo o solo, o material foi colocado dentro de sacos de papel e então permaneceu em estufa a  $55^{\circ} C$ , por seis dias para obter a massa constante. Após isso foram pesadas e os resultados foram expressos em gramas.

### **3.7 Massa seca de parte aérea (MSPA)**

Para a determinação da MSPA, foi coletado todo o material da parte aérea após todas as outras medições e colocados dentro de sacos de papel, e então ficaram em estufa por cinco dias até obter a massa seca. Após isso foram pesadas e os resultados foram expressos em gramas

### **3.8 Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade pelo software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). As variáveis quantitativas foram submetidas à análise de regressão, escolhendo-se o melhor modelo em função da significância dos coeficientes de regressão e variação explicada pelo modelo

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a obtenção das variáveis e análise de variância, verificou-se que a massa seca parte aérea foi alterada pelas diferentes temperaturas. A massa seca das folhas, massa seca das raízes e altura das plantas não foram influenciadas pela temperatura da água no momento da irrigação.

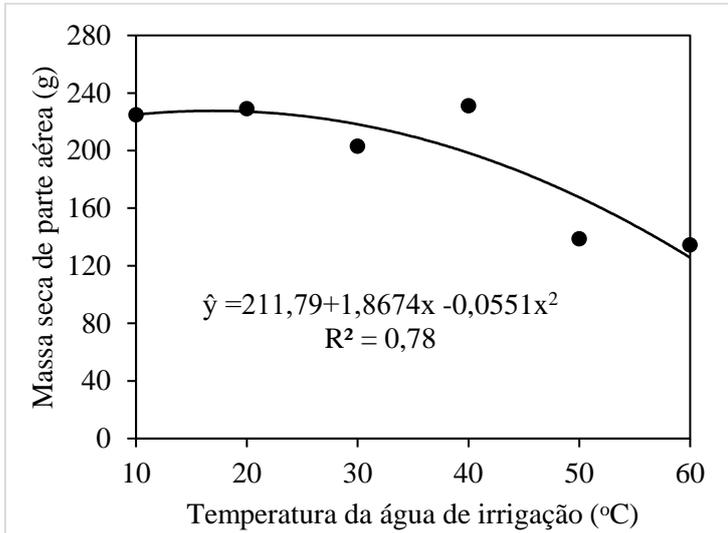
As projeções do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) indicam que nos próximos 100 anos poderá haver um aumento da temperatura média global entre 1,8°C e 4,0°C, e um aumento do nível médio do mar entre 0,18 m e 0,59 m, o que pode afetar significativamente as atividades humanas e os ecossistemas terrestres. Temperaturas mais elevadas no solo podem afetar diferentes processos metabólicos, incluindo fotossíntese, respiração, relações hídricas, fluidez e estabilidade dos sistemas de membranas, além de modular os níveis de hormônios e de metabólicos primário e secundário. (WAHID, A.; GELANI, S.; ASHRAF, M.; FOOLAD, M.R)

A aplicação de água da irrigação nas temperaturas acima de 50°C reduziu a massa seca da parte aérea das plantas, mostrando-se estas temperaturas maléficas ao crescimento das plantas, fato que conseqüentemente prejudicará a produtividade das mesmas. Ainda sobre a massa seca de parte aérea, observou-se um comportamento quadrático com ponto de máxima na temperatura de 16,95°C e 227,61 g de massa seca parte aérea.

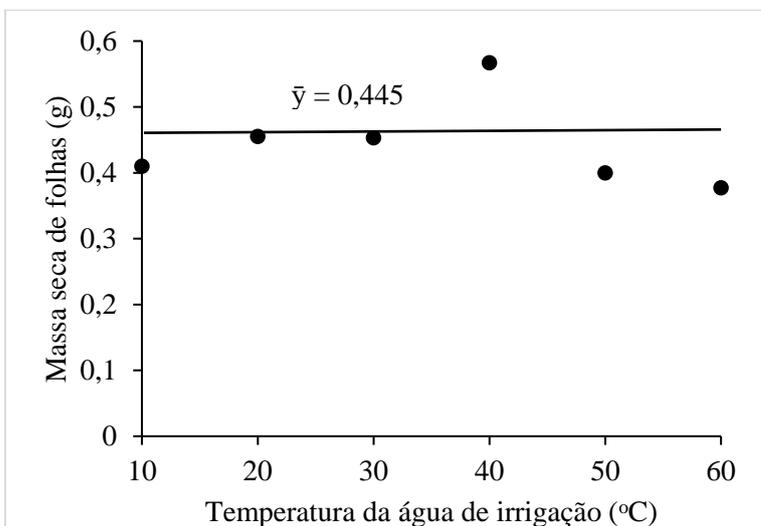
De acordo com (Bormann, Daniela; São Paulo 2009), as plantas com metabolismo C3 (plantas que formam o 3- fosfoglicérico como primeiro intermediário estável na fotossíntese) como do soja, feijão, algodão e entre outras, possuem maiores respostas fotossintéticas em temperaturas entre 20 a 30°C, com isso temperaturas superiores a 30°C podem gerar menor assimilação de CO<sub>2</sub> e a ação de efeitos deletérios como a degradação da molécula.

Já o crescimento vegetativo da soja é pequeno ou nulo a temperaturas menores ou iguais a 10°C, porém por outro lado temperaturas acima de 40°C têm efeito adverso na taxa de crescimento, provocando distúrbios na floração ou diminuindo a capacidade de retenção de vagens. A floração da soja somente é induzida quando ocorrem temperaturas acima de 10°C, assim, a floração precoce ocorre em decorrência de temperaturas mais altas de até 40°C, podendo acarretar diminuição na altura de planta. Temperaturas baixas na fase da colheita, associadas a período chuvoso ou de alta umidade, podem provocar atraso na data de colheita (EMBRAPA CPAO, 2015). Sendo a faixa ideal a entre 20 e 30°C, sendo 25 a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme (EMBRAPA SOJA; TEMPERATURA; 08/12/2021). Além do processo de germinação as atividades biológicas do solo são afetadas diretamente ou indiretamente pela temperatura ou pelo conteúdo de água do solo.

Ao observar as figuras 1, 2 e 4 é possível perceber que não ocorreram resultados significativos ao nível de 5% de probabilidade e utilizando o teste “t” para as temperaturas de água de irrigação para altura de plantas, índice de área foliar e massa seca de parte aérea. Os valores obtidos nos diferentes tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas.



**Figura 1:** Efeito de diferentes temperaturas de água de irrigação sobre a massa seca parte aérea (g), de plantas de soja cultivar ANsc 89 109.

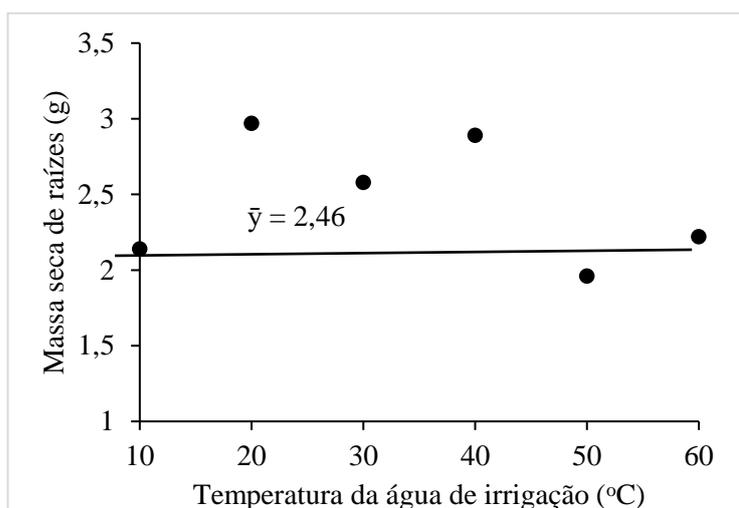


**Figura 2:** Efeito de diferentes temperaturas de água de irrigação sobre a massa seca das folhas das plantas de soja cultivar área (g), de plantas de soja, cultivar ANsc 89 109.

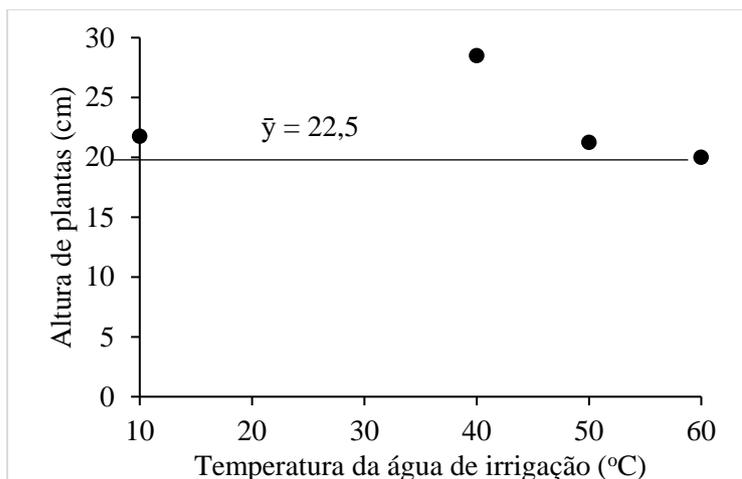
O sistema radicular da soja é composto por uma raiz principal, raízes secundárias e pelos radiculares, que além de fornecer fixação para a planta, as raízes também são as principais fontes de entrada de água e nutrientes no metabolismo da planta, sendo responsáveis por praticamente toda a absorção de água e nutrientes para a cultura da soja. (HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO NA CULTURA DA SOJA. Embrapa, Circular Técnica, n. 35, 2001).

Por meio de uma associação simbiótica com as raízes da planta de soja, algumas bactérias a exemplo do *Bradyrhizobium*, possuem uma enzima chamada nitrogenase que é capaz de romper a tripla ligação do  $N_2$  atmosférico, disponibilizando o nutriente para a planta. Essas bactérias realizam a fixação biológica do nitrogênio, fornecendo o nutriente em formas assimiláveis pela planta. A fixação biológica de nitrogênio ocorre em estruturas especializadas nas raízes, denominadas nódulos, que podem ser visualmente observadas dependendo do estágio de desenvolvimento da soja.

Em relação a massa seca de raiz, observou-se o maior valor obtido na temperatura de  $20^{\circ}C$ , com um peso de 3g de MSR, isso pelo fato de ser uma temperatura mais próxima do ambiente. Na figura 1 mostrou que a temperatura não afetou diretamente as atividades biológicas do solo, sendo assim, a massa seca das raízes não afetou a diferença das temperaturas, e a média foi 2,4 de massa seca (Figura 3)



**Figura 3:** Efeito de diferentes temperaturas de água de irrigação sobre a massa seca das RAÍZES das plantas de soja cultivar área (g), de plantas de soja, cultivar ANsc 89 109.



**Figura 4:** Efeito de diferentes temperaturas de água de irrigação sobre a ALTURA das plantas de soja cultivar área (g), de plantas de soja, cultivar ANsc 89 109.

Os tratamentos de 20°C e 40°C atingiram maiores valores de massa seca parte área, massa seca de folhas, massa seca de raiz e altura da planta respectivamente, nessa faixa de temperatura da água a atividade biológica se manteve ativa, favorecendo o desenvolvimento da planta. Da mesma forma, houve maior atividade biológica nas raízes e a ação não afetou a inoculação e o oxigênio disponível à planta da soja.

## **5. CONCLUSÕES**

A cultivar de soja ANsc 89 109 irrigada com água em temperatura entre 20°C e 40°C não tem seu desenvolvimento vegetativo prejudicado, atingindo o maior crescimento.

Sob temperaturas acima de 50°C a cultivar ANsc 89 109 tem seu desenvolvimento vegetativo reduzido, o que provavelmente reduz a produtividade da cultura da soja.

## 6. REFERÊNCIAS

- CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M. **Controle total: o manejo da irrigação usando estações meteorológicas automáticas, computadores e comunicação via Internet garante precisão e menos despesas.** Cultivar Máquinas, Pelotas, v. 3, n. 16, p. 20-23, jan./fev. 2013.
- CONTE, A. M. C.; PREZOTTO, A. **Desempenho agrônomo da soja em sistema de adubação verde.** Agrarian, Dourados, v. 1, n. 2, p. 35-44, 2008.
- CORRÊA, J.C. **Efeito de métodos de cultivo em algumas propriedades físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso do Estado do Amazonas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.20, n.11, p.1317-1322, nov. 2018.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção da soja.** 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2019. 360p.
- GONÇALVES, C. N. et al. **Sucessões de culturas com plantas de cobertura em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 24, n. 1, p. 153-159, 2000.
- HEINRICH, R. et al. **Cultivo consorciado de aveia preta e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 25, n. 2, p. 331-340, 2001.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2016. 570 p.
- MATEUS, P. C. **Fisiologia da produção da soja.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 10 p. (Circular Técnica, 76).
- MORAES, D.; SILVA, J. A. A.; MAGALHÃES, P. C.; OLIVEIRA M. F. de; MOURÃO, S. A. **Manejo das forrageiras dos gêneros Brachiaria e Panicum consorciadas com a soja em sistemas de integração lavoura-pecuária.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 7p. (Circular Técnica, 130).
- MOREIRA, J.A.A.; CÁNOVAS, A., D.; STONE, L. F. **Determinação do consumo de água para culturas de grãos no sistema plantio direto com diferentes níveis de cobertura do solo: coeficiente de cultura.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 8p. (Embrapa. Macro programa de transição. Subprojeto 06.04.02.077-5. Projeto em andamento).
- OLIVEIRA, T. K. et al. **Plantas de cobertura e seus efeitos em plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.
- PAVINATO, A. et al. **Resíduos culturais de espécies de inverno e rendimento da soja no sistema de cultivo mínimo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 29, n. 9, p. 1427-1432, 1994
- PITOL, C. Cultura do crambe. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: soja e culturas de inverno - 2008.** Maracajú: Fundação MS, 2008. p. 85-88
- ROTH, C.; VIEIRA, M.J. **Infiltração de água no solo.** Plantio Direto, Ponta Grossa, v.1, n.3, p.4, 2019.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J. **Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.19, n.2, p.313-319, 2017.

SARAIVA, O.F.; TORRES, E. **Estimação da cobertura do solo por resíduos culturais**. Londrina: EMBRAPA–CNPSO, 2016. 4p. (EMBRAPA–CNPSO. Pesquisa em Andamento, 14).

SEGUY, L.; BOUZINAC, S.R.; MATSUBARA, M. **Gestão dos solos e das culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do Centro-Oeste: I. destaques 1992 e síntese atualizada 1986/92. II. gestão ecológica dos solos: relatório**. Lucas do Rio Verde: CIRAD, 2015. 107p. (Convênio RAP/CIRAD-CA Fazenda Progresso).

WEIRICH NETO, P. H.; FORNARI, A. J.; JUSTINO, A.; GARCIA, L. C. **Qualidade da semeadura da soja**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 171-179, jan./fev. 2019.

YOUSSEF NETO, H.; JORGE, R.F.; ALMEIDA, C. X. de; BORGES, E. N.; PASSOS, R. R. **Atributos químicos do solo e produtividade da soja cultivado com aplicação de corretivos e sistemas de manejo do solo**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 14, n. 25, p. 191-199, jan./jun., 2018.

ARNDT, J. R. et al. DIFERENTES TEMPERATURAS DURANTE O TESTE DE GERMINAÇÃO PARA SEMENTES DE SOJA. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC, 2018.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. ARVORE DO CONHECIMENTO, SOJA: TEMPERATURA. Embrapa, 2020.