

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAÍ

BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DA REAÇÃO DO GIRASSOL AFETADO COM A FERRUGEM
APLICANDO-SE DIFERENTES DOSAGENS DE SILÍCIO**

DAVI RAMOS PEREIRA

URUTAÍ – GO

2024

DAVI RAMOS PEREIRA

Trabalho de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador (a): Raiane Ferreira de Miranda

URUTAÍ – GO

2024

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Pereira, Davi
PD259a AVALIAÇÃO DA REAÇÃO DO GIRASSOL AFETADO COM A
FERRUGEM APLICANDO-SE DIFERENTES DOSAGENS DE SILÍCIO
/ Davi Pereira; orientadora Raiane Miranda. --
Urutai, 2024.
20 p.

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -- Instituto
Federal Goiano, Campus Urutai, 2024.

1. Puccinia helianthi. 2. Irrigação. 3. Déficit.
4. Manejo. 5. Hídrico. I. Miranda, Raiane, orient.
II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

O trabalho proposto tem como objetivo ainda ser publicado

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: //

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local

//

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 188/2024 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

**AVALIAÇÃO DA REAÇÃO DO GIRASSOL AFETADO COM A FERRUGEM APLICANDO-SE DIFERENTES
DOSAGENS DE SILÍCIO**

DAVI RAMOS PEEIRA

Trabalho de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Defendido e aprovado pela Comissão Examinadora em: 01 / 03 / 2024.

Prof.(a) Dr^a. Raiane Ferreira de Miranda
Orientadora

Prof.(a) Me. Maria Rosa Alferes da Silva
Examinadora

Prof.(a) Dr^a. Rute Quelvia de Faria
Examinadora

Documento assinado eletronicamente por:

- Rute Quelvia de Faria, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CCBEA-URT, em 09/03/2024 12:10:11.
- Maria Rosa Alferes da Silva, PROF ENS BAS TEC TECNOLÓGICO-SUBSTITUTO, em 06/03/2024 13:34:10.
- Ralane Ferreira de Miranda, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 06/03/2024 13:31:55.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/03/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 580431
Código de Autenticação: 76a7bb9216



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 44/2024 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao primeiro dia do mês de março de 2024, às 15 horas e 30 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Raiane Ferreira de Miranda (orientadora), Rute Quelvia de Faria (membro), Maria Rosa Alferes da Silva (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "AVALIAÇÃO DA REAÇÃO DO GIRASSOL AFETADO COM A FERRUGEM APLICANDO-SE DIFERENTES DOSAGENS DE SILÍCIO" do estudante **Davi Ramos Pereira**, Matrícula nº 2019101200640074 do Curso de Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** do estudante, com nota 9,5 (média). Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Raiane Ferreira de Miranda
Orientadora

(Assinado Eletronicamente)

Maria Rosa Alferes da Silva
Membro

(Assinado Eletronicamente)

Rute Quelvia de Faria
Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Rute Quelvia de Faria, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CCBEA-URT, em 09/03/2024 12:12:34.
- Maria Rosa Alferes da Silva, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 03/03/2024 19:23:36.
- Raiane Ferreira de Miranda, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/03/2024 17:39:44.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/03/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 578880
Código de Autenticação: 2470fd0bb



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutai

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por direcionar meus passos e me fortalecer mentalmente e fisicamente para que eu alcançasse meus objetivos. À minha família que sempre demonstrou apoio, compreensão e afeto, não tenho palavras pra descrever o quão importantes eles foram para mim em toda essa jornada. Aos meus amigos (Luiz, Pedro, Luana, Isabela e Myrella), amigos estes que me acompanharam em toda minha jornada durante o curso, sendo alguns mais antigos e outros que tive o prazer de conhecer na faculdade, sem vocês essa trajetória não teria sido tão prazerosa. Aos meus professores pelos ensinamentos que proporcionaram ser o profissional que sou hoje só tenho a agradecer-los por tão grandioso trabalho. A minha orientadora Raiane Miranda pelo apoio que me proporcionou durante o curso em diversos momentos e no auxílio do desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

O desenvolvimento do girassol no Brasil apresenta histórico problemático em relação a doenças, sendo necessário estudos que favoreçam a cultura a aumentar produção e sua resistência. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de silício, com reposição hídrica de 50% e 100% da capacidade de vaso e a reação do *Helianthus annuus* (girassol) que estava sendo afetado pela ferrugem (*Puccinia helianthi*). O estudo foi realizado no Instituto Federal Goiano Campus-Urutaí dentro de uma estufa, os tratamentos foram constituídos de quatro doses de silício (0 (controle); 0,75; 125; e 175 mg/dm³, aplicados a cada 15 dias de forma superficial, com quatro repetições, e dois manejos de irrigação com 50% e 100% de reposição hídrica. Foram realizadas avaliações de crescimento, foliares e a eficiência quanto ao uso do silício pelas plantas. Não houve resultado significativo para a aplicação do silício, exceto para o caule que apresentou maior diâmetro após 21 dias de aplicação, com dosagem de 175 mg/ dm³, porém não sendo viável ao produtor financeiramente. O silício não teve efeito na resistência do girassol a ferrugem, mas o manejo com restrição hídrica de 50% retardou o efeito da ferrugem.

Palavras-chave: *Puccinia helianthi*, irrigação, déficit, manejo, hídrico.

ABSTRACT

The development of sunflower in Brazil has a somewhat problematic history in relation to diseases. The study evaluated the application of silicon as a beneficial agent for the crop, tending to increase production and resistance. Thus, the objective of this research was to evaluate the effect of applying silicon to an oxisol soil, and the reaction of *Helianthus annuus* (sunflower) that was being affected by rust (*Puccinia helianthi*). The study was carried out at the Instituto Federal Goiano Campus-Urutaí inside a greenhouse, consisting of four doses of silicon (0 (control); 0.75; 125; and 175 mg/dm³, applied every 15 days superficially, with four replications, in which all samples were divided with 50% and 100% irrigation to test their water stress. Metric evaluations were carried out on development, foliar and development evaluations, in addition to efficiency regarding the use of silicon by plants. Through the data carried out by regression testing, we were able to analyze that there was no significant result for the application of silicon, however the stem was the only one that showed improvement in the application after twenty-one days after the first application of SI with a dosage of 175 mg / dm³, but it is not financially viable for the producer.

Keywords: *Puccinia helianthi*, irrigation, research, deficit, management, water.

LISTAS

Figura 1. Aparecimento das primeiras manchas de ferrugem nas amostras de 175 mg/dm³ de Si. Fonte: Autor (2023).

Figura 2. Coleta do latossolo para iniciar o transplante do girassol. Fonte: Autor (2023).

Figura 3. Sistema de irrigação dos manejos de 50% e 100% de reposição hídrica calibrados e ajustados para irrigar a cada 24 horas. Fonte: Autor (2023).

Figura 4. Realização da pesagem das dosagens 0,075; 0,125 e 175 mg/dm³ de Si, para aplicar nas amostras de tratamento. Fonte: Autor (2023).

Figura 5. Realização da coleta de temperatura e umidades presentes dentro da estufa. Fonte: Autor (2023).

Figura 6. Medição do desenvolvimento da altura do girassol após 5 dias de tratamento de Si no manejo de irrigação a 100%. Fonte: Autor (2023).

Figura 7. Observação do estágio inicial da ferrugem no girassol, início de manchas arredondadas na parte superior da folha. Fonte: Autor (2023).

Figura 8. Observação do estágio inicial da ferrugem no girassol na amostra de 175 mg/dm³ de silício no dia 01/09/23. Fonte: Autor (2023).

Figura 9. Observação do estágio inicial da ferrugem no girassol na amostra sem aplicação de silício no dia 01/09/23. Fonte: Autor (2023).

Figura 10. Gráfico referente ao desenvolvimento do caule do girassol com 5 dias de aplicação das dosagens de (0 (controle); 0,75; 125; e 175 mg/dm³ Si, nos manejos de irrigação a 50% e 100%. Fonte: Autor (2023).

Figura 11. Gráfico referente ao desenvolvimento do caule do girassol com 21 dias de aplicação das dosagens de (0 (controle); 0,75; 125; e 175 mg/dm³ Si, nos manejos de irrigação a 50% e 100%. Fonte: Autor (2023).

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	2
2.REVISÃO BICLIOGRAFICA.....	4
2.1 Importância da Cultura do girassol para a região Centro Oeste de Goiás	4
2.2 Silício como agente benéfico a planta.....	5
2.3 Ferrugem e sua ocorrência.....	6
2.4 A importância da irrigação.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5. CONCLUSÃO.....	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1. INTRODUÇÃO

No desenvolvimento histórico da agricultura no Brasil, percebemos que diversas culturas já foram introduzidas em nosso país, por ter um clima tropical o tornar acessível seu cultivo. Mesmo sendo um país rico em água a importância da conservação dos recursos naturais está sempre progredindo através de estudos e experimentos, esses estudos não só trouxeram melhoria na redução de consumo hídrico das plantas como também no fato de saber a real necessidade hídrica destas.

Estudos mostram que alguns nutrientes presentes no solo podem melhorar o sistema fisiológico da planta como o Si (silício), em algumas culturas ele atua como agente benéfico para a planta, trazendo assim algum tipo de melhoramento no desenvolvimento fisiológico e na resistência a algumas doenças, visto que algumas culturas são mais sensíveis a mudanças de climas e de temperaturas. O Si é considerado elemento benéfico para diversas culturas de interesse econômico, como, por exemplo, arroz, batata e cana-de-açúcar (Camargo et al., 2007c; Pulz et al., 2008). Segundo Epstein & Bloom (2004), o Si pode ser considerado elemento “semi essencial” por cumprir o segundo critério de essencialidade, onde as plantas apresentam anormalidades em seu crescimento, desenvolvimento ou reprodução quando comparadas com plantas não privadas do elemento, permitindo considerá-lo como de grande importância para o desenvolvimento de diversas culturas.

Uma dessas culturas na qual a realização do teste da aplicação do Si poderia resultar em algum tipo de melhoria fisiológica para a planta é o girassol, visto que se trata de uma cultura que já teve diversas tentativas de inserção no Brasil, porém nenhuma foi bem sucedida por ser uma cultura suscetível a doenças e fungos como a ferrugem. Maior resistência ao estresse hídrico foi verificada em girassol (GUNES et al., 2008). Redução da severidade da necrose das brácteas de poinsettia, que é uma desordem fisiológica causada pela deficiência de Ca, foi observada por MCAVOY et al. (1996). A aplicação de Si também possibilitou flores de melhor qualidade em girassol (SAVVAS et al., 2002; KAMENIDOU et al., 2008). Já em pesquisas de outras culturas observaram que Pereira Junior et al. (2010), avaliando a influência de doses de Si na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) não observaram influência significativa sobre as características agrônomicas e também sobre a produtividade final da cultura.

Um dos diversos fatores que atrapalham na hora de cultivar as plantas, a água é o mais requerido em todo seu processo de desenvolvimento fisiológico. Desta forma, a necessidade de recorrer à prática da irrigação reflete ao fato que água é essencial para a produtividade dos vegetais. Sendo o Brasil um país com diferentes climas, solos e regiões com isso, a escassez de água em

algumas regiões se torna algo real, fazendo com que o produtor tome cautela na hora de plantar. A deficiência hídrica exerce influências negativas sobre as plantas e, na maioria dos casos, seus danos são mensurados mediante o acompanhamento dos processos que, em geral, estão relacionados ao crescimento, como as alterações que ocorrem a nível morfológico e no acúmulo de biomassa, por parte dos distintos órgãos vegetais (Carvalho, 2004). Neste contexto, é importante para o irrigante que ele saiba qual o nível de umidade que o solo precisa ter, sem que cause algum tipo de alteração negativa na produção da cultivar, e sem a necessidade de ter que deixar o solo sempre na caixa cheia.

Este estudo tem como objetivo avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de silício, com reposição hídrica de 50% e 100% da capacidade de vaso e a reação do *Helianthus annuus* (girassol) que estava sendo afetado pela ferrugem (*Puccinia helianthi*).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importância da Cultura do girassol para a região Centro Oeste de Goiás

O girassol (*helianthus annus L.*) teve como ponto de origem o Peru, porém, estudos e pesquisas arqueológicas realizadas mostram que teve origem pelos índios norte-americanos, aproximadamente a 3000 anos a.c. Indicando esse cultivo nas regiões dos Estados de Arizona e Novo México (SELMECZI-KOVACS,1975).

Sendo introduzido na primeira metade do século XVI, na Europa como planta ornamental, indo para o Egito, Índia, China e Rússia. Por volta da década de 1930 seus benefícios começam a ser notados e começam a ser plantados para comércio, porém o girassol passa a ter destaque somente após a Segunda Grande Guerra (Putt, 1997).

Com isso ele passa a ser introduzido na alimentação humana e animal através do óleo, torta, farinha. Segundo Pereira (1971), o óleo era seu principal produto por conter alto teor de aquênios e de ácidos graxos insaturados, o que auxilia na eliminação do excesso de colesterol do organismo. A cultivar *helianthus annus L.* em 1970 passou por uma queda no Brasil, devido à baixa qualidade das cultivares argentinas, essas plantas eram suscetíveis a ferrugem e ao seu baixo teor de óleo aliado, quando se comparava a culturas já tradicionais como: algodão, soja, milho, amendoim e dentre outras (EMPRAPA 1980).

Com o crescimento da população, da inserção de novas culturas sendo aplicadas na safrinha o girassol passa a crescer consideravelmente devido aos fatores: diversificação da cultura, uso do seu óleo comestível, o crescimento da demanda de óleos internos de origem vegetal comestível e como possibilidade de ser uma segunda cultura sucedendo o milho e a soja (Granato, 1934, apud Ungaro, 1982).

Através desse crescimento a produção de girassol deve registrar o maior percentual entre as culturas de grão em Goiás na safra 2022/2023, o 6º Levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) mostra que as lavouras goianas — atualmente em fase de semeadura — devem entregar 36 mil toneladas da oleaginosa, aumento de 65,1% em relação ao volume produzido na Safra 21/22.

2.2. Silício como agente benéfico a planta

Hoje o Brasil se destaca no termo de produção agrícola, visto que é um grande produtor de produtos de origem vegetal, com isso, novas técnicas fertilizantes e agentes auxiliares estão sendo descobertos e produzidos a todo instante. Essas novas descobertas feitas de estudos realizados e testados promovem uma ajuda à planta a conseguir se desenvolver melhor a aquele determinado problema podendo ele estar relacionado a alguma falta de nutriente do solo ou algum tipo de estresse hídrico que a cultivar está sendo afetadas, as informações são do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2023).

Como o Brasil se trata de um país com o clima tropical, se torna um país com grande potencial para produção vegetal, ressaltando que por ser o quinto maior país com extensão territorial o clima e o solo são diferentes em cada região, sendo regiões com temperatura menores no sul, temperaturas mais altas ao norte e com diversos tipos de solos sendo os mais comuns e fáceis de encontrar os solos dos tipos Latossolos, Argissolos e Neossolos chegando a ser 70% dos solos encontrados em toda extensão territorial brasileira de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

Com tanta variação de solos e nutrientes, foi identificado que os solos brasileiros apresentam cerca de 5 a 40 % de Si (silício) essa porcentagem alta se dá pelo motivo dos solos apresentarem um alto grau de intemperismo (Ma et al., 2001), por se tratar de elemento abundante diversas pesquisas são realizadas constantemente para analisar como esse material pode ser utilizado para amplificar a produção, estudos já mostram que Si (silício) em sua forma amorfa ($Si_2.nH_2O$), acumula na parede celular dos órgãos respiratórios da planta, levando, assim a formação de uma dupla camada de sílica-cutícula e sílica-celulose (Ma e Yamaji, 2006). Essa camada protetora por sua vez apresenta relação positiva com a redução de transpiração de algumas plantas (Barbosa Filho et al., 2001), logo causando a redução da evapotranspiração da planta ao longo do seu ciclo, tornando a planta mais resistentes para o cultivo em regiões de menores índices de chuva, fazendo assim que a cultivar se torne mais adaptativa a regiões com maior estiagem de chuvas.

Alguns estudos como Chérif et al. (1992) constataram que através de depósitos de sílica na parede celular, em plantas de pepino, na área de infecção do fungo *Pythium ultimum*, houve um atraso no início da infecção. Em um trabalho realizado por Rodrigues et al. (2001), observaram que a aplicação de silício foi eficaz no controle da queima-da-bainha (*Rhizoctonia solani*) em plantas de arroz.

Pereira et al. (2009), estudando os efeitos da aplicação foliar de silício na resistência à ferrugem e na potencialização da atividade de enzimas de defesa em cafeeiro, constataram que a aplicação das soluções de silicato de potássio, independente do pH, reduziu a severidade da doença.

Lemes et al. (2011) verificaram uma redução na área abaixo da curva de progresso da ferrugem asiática da soja em plantas de soja tratadas com silício, via foliar e via solo. Outro trabalho, realizado por Cruz et al. (2012), demonstrou que folíolos de plantas de soja tratadas com silício apresentaram redução dos sintomas da ferrugem asiática.

Estudos esses que mostram que o Si possui um efeito retratando a proliferação de alguns fungos, doenças e melhora no desenvolvimento foliar de algumas plantas, resultando num menor estresse hídrico da planta.

2.3. Ferrugem e sua ocorrência

A ferrugem é uma doença fúngica causada pelo fungo *Puccinia helianthi*, doença essa conhecida em todas as regiões do Brasil, o fungo é autoico, sendo assim, desenvolve seu ciclo em um único hospedeiro e produz dois tipos de esporos: uredósporos e teliósporos. Tais esporos como os uredósporos constituem a massa pulverulenta alaranjada, dando a característica da doença, e são produzidos em urédios, durante a fase favorável ao desenvolvimento do patógeno. Os urédios são formados na face inferior da folha, distribuídos irregularmente e possuem 1 mm de diâmetro (Zimmer & Hoes, 1978; Almeida et al., 1981; Pereyra & Escande, 1994; Gulya et al., 1997).

O fungo ocorre em praticamente todas as culturas. No girassol a doença começa através de pequenas bolinhas nas folhas (Figura 1), após algumas semanas a planta começa apresentar sintomas de murchamento do caule até que a planta venha a morrer.



Figura 1. Aparecimento das primeiras manchas de ferrugem nas amostras de 175 mg/dm^3 de Si. Fonte: Autor (2023).

P. helianthi é um patógeno específico do gênero *Helianthus*, afetando mais de 35 espécies anuais e perenes (Zimmer & Hoes, 1978; Pereyra & Escande, 1994). Existem diversas raças conhecidas do patógeno, sendo nove raças já relatadas no Canadá, sete na Austrália e 10 na Argentina, além de 20 padrões de virulência detectados utilizando uma série de nove plantas diferenciadoras nos Estados Unidos (Laundon & Waterson, 1965; Zimmer & Hoes, 1978; Pereyra & Escande, 1994; Gulya et al., 1997).

No Brasil se destaca a infestação das principais espécies do gênero *P. helianthi*, são as *Alternaria helianthi* e *Alternaria zinniae*, visto que as condições favoráveis à infecção é causada ao girassol são: temperatura alta e umidade elevada durante a estação de crescimento; estas favorecem também a esporulação do fungo. As temperaturas de 25 a 28°C favorecem a germinação de conídios de *Alternaria helianthi*, em presença de umidade na superfície da folha. Nestas circunstâncias ocorre o máximo de infecção num período de 12 horas de alta umidade (Moraes et al., 1983).

O patógeno pode perpetuar-se em plantas do gênero *Helianthus*, onde são produzidos os uredósporos. Essa é, possivelmente, a forma habitual de perpetuação do fungo em regiões onde o inverno não é rigoroso (Pereyra & Escande, 1994).

Os esporos são transmitidos para outras plantas a partir do manejo de doenças do girassol de lavouras contaminadas, de ramos e folhas deixados no campo, da superfície do solo ou de plantas

voluntárias. Uredosporos e teliosporos têm sido encontrados na semente, mas não há provas de transmissão (Laundon & Waterson, 1965).

Para prevenção e tratamento da doença é recomendado que seja feito rotações de culturas visando diminuir a ocorrência do fungo, uma outra maneira e se atentar a plantas que estejam infectadas próximas a plantação uma vez que os esporos dos fungos se dispersam rapidamente e por alguns metros uma vez que a ocorrência de ventos. Já em aplicações recomenda-se os fungicidas a base de cobre e enxofre, apesar de controlarem o fungo, não tem sido utilizados em lavouras (Laundon & Waterson, 1965).

2.4. A importância da irrigação

A criação da irrigação e do seu manejo gerou um marco histórico para produção agrícola no mundo, uma vez que o homem ficava à mercê do tempo para ter sua produção, após a chegada dessa descoberta possibilitou a produção em diferentes épocas do ano. Porém mesmo com sua descoberta houve alguns fatores que dificultaram a produção por irrigação, visto que nem todas as áreas possuem água em abundância por se tratar de um país vasto em território, o que fez entrar em um outro problema na hora de produzir a quantidade de água a ser aplicada (Lemos Filho et al., 2016).. Por causa desses problemas e alguns outros, começaram estudos sobre a real necessidade hídrica que a planta precisa encontrar no solo, uma vez que solo com baixa umidade pode gerar problemas no desenvolvimento da planta o excesso também pode provocar inúmeros problemas como o apodrecimento da planta e aumento de doenças e fungos, uma vez que a área sombreada e com excesso de umidade provoca alastramento de fungos por se torna um local muito úmido. (Cunha, 2019).

Hoje em dia há diversos métodos de irrigação sendo os mais conhecidos os métodos de irrigação por aspersão e irrigação localizada. Cada modelo de irrigação se torna mais viável a algumas culturas, atendendo melhor às suas necessidades como o café uma cultura com grande produção principalmente nas regiões do sul do Brasil, por se tratar de uma cultivar com o desenvolvimento foliar bem fechado, a irrigação localizada por meio de gotejadores se torna a mais ideal, uma vez que a umidade será posta apenas no solo onde a planta está posicionada evitando assim umidade na parte foliar que poderia ocasionar alastramento de fungos (Ricardo A. L. Brito, 2021).

Já na irrigação por aspersão é o método mais utilizado por conseguir se adaptar a vários tipos de culturas, por exigir um manejo de reparo mais facilitado e ter um custo menor na maioria das vezes, onde a irrigação é feita por área e não por planta. Na irrigação por aspersão o método mais

utilizado é o via pivô, que consiste um equipamento que irriga um raio de uma determinada distância no qual a maioria das vezes esse raio da volta completa irrigando uma área de 360° graus, o que torna mais vantajoso financeiramente para o produtor na hora da escolha de qual método segundo Sousa et al. (2019).

Mesmo na utilização de sistema com um menor consumo de água a hora certa de irrigar se torna algo indispensável uma vez que o estresse hídrico em um grau mais severo, afeta o desenvolvimento da planta e seu excesso podem gerar prejuízos para o produtor, o manejo da irrigação se torna mais viável em alguns outros fatores como na redução de custo de energia, já que em grandes áreas irrigadas são necessários grandes motores e bombas para conseguir fazer a água chegar até planta de maneira eficiente, outro fator é a questão da quantidade de água a ser aplicada uma vez que algumas irrigações são feitas por barragens que em algumas épocas do ano a nascente seca, fazendo com que o manejo da irrigação seja mais precavido (AGROSMART, 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Instituto Federal Goiano Campus-Urutaí, Estado de Goiás, Brasil, sob as coordenadas 17°29'08"S 48°12'57"W. O clima da região é o tipo tropical semiúmido, possuindo um clima mais frio no outono e o inverno ameno durante a primavera e o verão. Aproximadamente 741 m de altitude e precipitação média anual de 1000 a 1600 mm.

Os tratamentos foram dispostos em uma estufa-agrícola ecológica, construída por estudantes do curso de Engenharia Agrícola. A estrutura teve as laterais fechadas com uma tela de sombrite preta 50% e teve a parte superior fechada com uma lona para silo bag. Um ambiente protegido por vento, sol e chuva, porém com entrada de ar através da tela de sombrite. O experimento teve um total de 32 unidades experimentais, representadas por um vaso de 5 litros. Dividiu-se em dois setores de irrigação com 16 vasos cada, o primeiro setor com uma irrigação de 100% e o segundo 50% de reposição da capacidade de vaso.

Dentre cada setor de irrigação foram divididos igualmente quatro novos setores de aplicação de Si, sendo de quatro dosagens de silício: (0 (controle); 0,75; 125; e 175 mg/dm³) com quatro repetições (Figuras 2 e 3).



Figura 2. Coleta do latossolo para iniciar o transplante do girassol. Fonte: Autor (2023). Figura 3. Sistema de irrigação dos manejos de 50% e 100% calibrados e ajustados para irrigar a cada 24 horas. Fonte: Autor (2023).

A análise química inicial do solo apresentou as seguintes propriedades: pH Água 5.0, pH CaCl_2 4.6, P Mehlich 4.2, S 20.3, K 0.19, Ca 1.1, Mg 0.3, Al 0.2, H+Al 6.62, M.O 1.8, B 0.14, Cu 1.4, Fe 39, Mn 2.8, Zn 0.9, SB 1.59, T 8.21, V 19, m 11, Ca/Mg 3.7, Ca/K 5.8, Mg/K 1.6, Ca+Mg/K 7.4, Ca/CTC 13.4, Mg/CTC 3.65, K/CTC 2.31. A análise também mostrou que o solo é constituído por 335 g/kg Argila e 65 g/kg Silte.

No experimento realizado as mudas foram transplantadas para os vasos após 10 dias de emergência, assim que colocadas nos vasos foram aplicados às dosagens de Si em cada setor, também foi medido a altura, espessura do caule e a quantidade de folhas sadias presentes a cada quinze dias, vale salientar que nenhum dos vasos foi feito calagem. Os vasos foram revestidos com saco de rafia para evitar infiltração preferencial da água.

Cada dose de Si foi pesada em uma balança de precisão de quatro dígitos, sendo aplicadas na superfície dos vasos, tendo logo após a coleta dos dados do desenvolvimento da planta. No processo de desenvolvimento da cultivar também foram coletadas a temperatura ambiente da estufa, utilizando um termohigrometro (Figura 4) e a temperatura foliar do girassol.



Figura 4. Realização da pesagem das dosagens 0,075;0,125 e 175 mg/dm^3 de Si, para aplicar nas amostras de tratamento. Fonte: Autor (2023). Figura 5. Realização da coleta de temperatura e umidades presentes dentro da estufa. Fonte: Autor (2023).

Para o plantio foi utilizado um girassol BRS-323 híbrido, sendo realizada no dia 08/08/2023 o plantio das mudas de girassóis que estavam com quatro dias da emergência (DAE), no dia 12/08/2023 foi feito o desbaste mantendo 2 plantas por vaso juntamente com a aplicação das dosagens de Si. A irrigação foi feita com água não filtrada, pelo método de pesagens dos vasos, mantendo a umidade correspondente a 50% e 100% da capacidade de retenção. Foi realizado a limpeza dos gotejadores a cada 20 dias.

Foram realizadas as análises biométricas das plantas, sendo avaliado a altura das plantas (partindo da base até a inserção da última bainha completamente visível), (Figura 6) diâmetro do caule (com o auxílio de um paquímetro digital, partindo da base da planta) e o seu desenvolvimento foliar.



Figura 6. Medição do desenvolvimento da altura do girassol após 5 dias de tratamento de Si no manejo de irrigação a 100%. Fonte: Autor (2023).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, utilizando o software Sisvar inc., Brazil (Ferreira, 2014) e, em seguida, aplicou-se a análise de regressão polinomial. Foram testados os modelos matemáticos lineares e quadráticos, com a aplicação do que proporcionou melhor ajuste aos dados, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade pelo teste t. Os pontos de máxima foram calculados por derivação das equações significativas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta inicial foi o estudo do desenvolvimento do girassol com dosagens crescentes de silício, com e sem restrição hídrica. A maior concentração de Si nas plantas se localiza em tecidos de suporte do caule e das folhas, sendo que 99% do elemento acumulado encontra-se na forma de ácido silícico polimerizado, apresentando reduzida solubilização, conseqüentemente baixa redistribuição (Menegale; Castro & Mancuso, 2015). Outro fato relevante é que a acumulação de Si é maior nas regiões onde ocorre perda de água, tanto por evaporação quanto transpiração, sendo as folhas os órgãos mais ativos nesse aspecto (Lana et al., 2003).

Após alguns dias da segunda aplicação do Si as amostras com maiores dosagens de Si começaram a apresentar o fungo da ferrugem, nos levando a adaptar o projeto a interação das ferrugens nas amostras com diferentes dosagens do Si. Através do desenvolvimento das amostras estava visível o alastramento foliar da doença, nos vasos com maior percentual de Si a ferrugem conseguiu se alastrar com maior facilidade. Na pesquisa realizada por (Sandra C. Pereira et al, 2009), não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto aos teores foliares de Si e de K. Esse trabalho mostrou que a aplicação foliar de KSi (potássio e silício), na tentativa de fornecer Si ao cafeeiro, embora tenha contribuído para reduzir a severidade da ferrugem, não potencializou a atividade das enzimas de defesa da planta.



Figura 7. Observação do estágio inicial da ferrugem no girassol na amostra de 175 mg/dm^3 de silício no dia 01/09/23. Fonte: Autor (2023) .Figura 8. Observação do estágio inicial da ferrugem no girassol na amostra sem aplicação de silício no dia 01/09/23. Fonte: Autor (2023).

Uma outra observação em relação aos setores de irrigação foi que submeter o girassol ao estresse hídrico causou um efeito retardante no alastramento da ferrugem sobre as amostras. Após a presença da doença nas amostras iniciais de 175 mg/dm^3 , o alastramento para as demais amostras levou em média de cinco dias. Trazendo extrema mudança no desenvolvimento foliar da planta, visto que o fungo causou perda foliar na parte inferior e murcha nas demais folhas.



Figura 9. Observação do estágio inicial da ferrugem no girassol, início de manchas arredondadas na parte superior da folha. Fonte: Autor (2023).

Nos testes realizados regressão, obtivemos resultados significativos apenas no desenvolvimento do caule da planta com cinco e vinte e um dias após o plantio das mudas para os vasos.

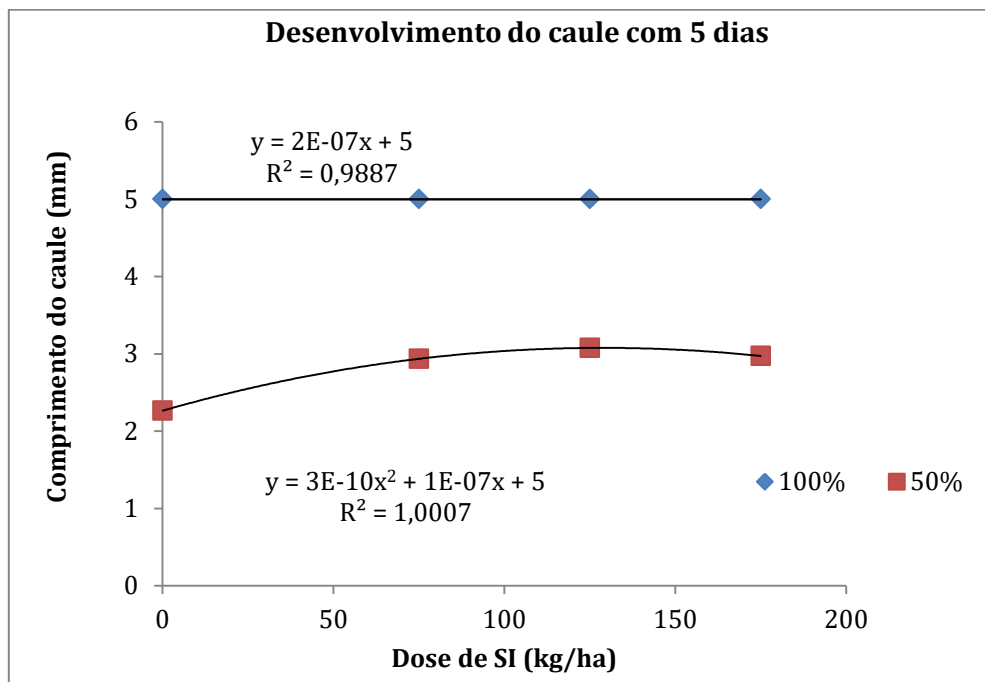


Figura 10. Gráfico referente ao desenvolvimento do caule do girassol com 5 dias de aplicação das dosagens de (0 (controle); 0,75; 125; e 175 mg/dm³ Si, nos manejos de irrigação a 50% e 100%. Fonte: Autor (2023).

Observamos que não houve diferença significativa do desenvolvimento do caule em relação às dosagens feitas nas irrigações a 100%, porém na irrigação realizada a 50% notamos que a aplicação do Si teve uma alteração um pouco mais significativa se comparadas as dosagens 75,125,175 mg/dm³ a amostra que recebeu nenhum tratamento de Si, nesta mudança podemos notar que o caule ganhou aproximadamente 1mm de espessura do caule. Através do teste de regressão nas análises de 50% obtivemos que a máxima largura foi de 1,0034 cm com uma dosagem máxima de 3,99 mg/dm³, já no manejo com 100% de irrigação obtivemos uma largura máxima de 8,08cm com uma aplicação máxima de 5,01 mg/dm³.

Já quando analisamos os sistemas de irrigação percebemos uma diferença bem mais relevante uma vez que todas as amostras que tiveram a irrigação a 100% seu desenvolvimento foi maior a de 50%, com isso temos que a aplicação do Si não surgiu efeito significativo para sua aplicação.

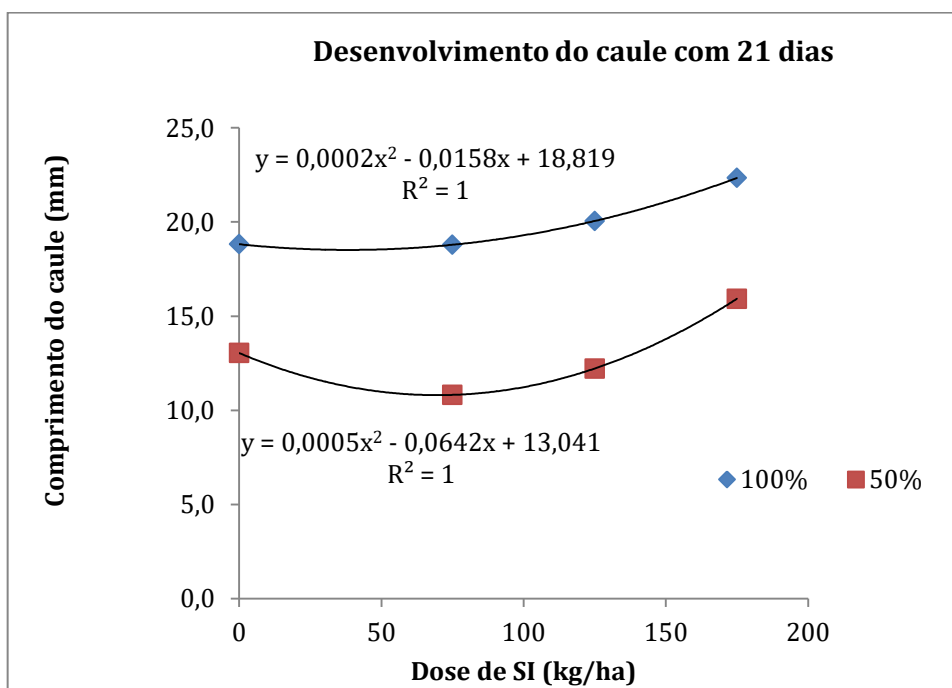


Figura 11. Gráfico referente ao desenvolvimento do caule do girassol com 21 dias de aplicação das dosagens de (0 (controle); 0,75; 125; e 175 mg/dm³ Si, nos manejos de irrigação a 50% e 100%. Fonte: Autor (2023).

Nos resultados obtidos do desenvolvimento da espessura do caule do girassol com vinte e um dias, tivemos que aplicação do Si gerou um aumento para os dois setores de irrigação, em ambas as irrigações as doses com melhores desempenho foi as dosagens de 175 mg/dm³, já as amostras 75 e 125 mg/dm³ não mostraram desenvolvimento significativo nas amostras que não receberam o tratamento do Si.

5. CONCLUSÃO

As amostras nos dois setores irrigados não apresentaram um desenvolvimento significativo para a sua utilização. Visto que o desenvolvimento que teve maior diferenciação foi na espessura do caule do girassol.

Já nas amostras coletadas com base nas análises conseguimos ver que o fungo *Puccinia helianthi* apresentou um desenvolvimento mais significativos nas amostras que apresentaram maior dosagem de Si.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIRCHALL, J.D. The essentiality of silicon in biology. **Chemical. Society Reviews**, Cambridge, v.24, n.5, p.351-357, 1999.

CHÉRIF, M.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 41, n. 6, p. 411–425, 1992.

CRUZ, M. F. A.; SILVA, L. F.; RODRIGUES, F. A.; ARAUJO, J. M.; BARROS, E. G. Silício no processo infeccioso de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de plantas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 142–145, 2012.

EMBRAPA SOJA. CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM: **Parceria público-privada no combate à ferrugem asiática da soja**. Disponível em:< <http://www.consorcioantiferrugem.net/#/main>>. Acesso em: 01.fev.2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja: Região central do Brasil**. 2014. (Sistemas de Produção). 266 p.

GUNES, A. et al. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: Growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.39, n.13-14, p.1885-1903, 2008. Disponível em: <<http://www.informaworld.com/smpp/content~db=all~content=a794665338>>. Acesso em: 23 ago. 2008. doi: 10.1080/00103620802134651.

GUNES, A. et al. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: Growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.39, n.13-14, p.1885-1903, 2008. Disponível em: <<http://www.informaworld.com/smpp/content~db=all~content=a794665338>>. Acesso em: 23 ago. 2008. doi: 10.1080/00103620802134651.

- KAMENIDOU, S. et al. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse produced ornamental sunflowers. **HortScience**, Alexandria, v.43, n.1, p.236-239, 2008.
- LAUNDON, G.F.; WATERSON, J.M. Puccinia helianthi. **CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria**, Kew, n.552, p.1-2, 1965.
- LEMES, E. M.; MACKOWIAK, C. L; BLOUNT, A.; MIROIS, J. J.; WRIGHT, D.; COELHO, L.; DATNOFF, L. E. Effects of silicon applications on soybean rust development under greenhouse and field conditions. **Plant Disease**, v. 95, n. 3, p. 317– 324, 2011.
- LIANG, Y. et al. Silicon availability and response of rice and wheat to silicon in calcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, n.18, p. 2285-2297, 1994.
- MCAVOY, R.J. et al. Silicon sprays reduce the incidence and severity of bract necrosis in poinsettia. **HortScience**, Alexandria, v.31, n.7, p.1146-1149, 1996.
- PEREIRA JÚNIOR, P.; REZENDE, P.M.; MALFITANO, S.C.; LIMA, R.K.; CORRÊA, L.V.T.; CARVALHO, E.R. Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agrônômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.34, n.4, p.908-913, 2010.
- PEREIRA, S. C.; RODRIGUES, F. A.; CARRÉ-MISSIO, V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ZAMBOLIM, L. Efeito da aplicação foliar de silício na resistência à ferrugem e na potencialização da atividade de enzimas de defesa em cafeeiro. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, n. 4, p. 223-230, 2009.
- PEREYRA, V.; ESCANDE, A.R. Enfermedades del girasol en la Argentina: **manual de reconocimiento**. **Balcarce**: INTA, 1994. 113p
- PUTT, E.D. Early history of sunflower. In: SCHNEITER, A. A. (Ed.). *Sunflower technology and production*. Madison: American Society of Agronomy, 1997. p.1-19.
- SANDRA C.; PEREIRA A.; CARRÉ M.; GORETI A.; ZAMBOLI L. Efeito da aplicação foliar de silício na resistência à ferrugem e na potencialização da atividade de enzimas de defesa em cafeeiro, *Tropical Plant Pathology*.2009 . p .223- 229.
- SAVVAS, D et al. Effects of silicon and nutrient induced salinity on yield, flower quality and nutrient uptake of gerbera grown in a closed hydroponic system. **Journal of Applied Botany**, Berlin, v.76, n.5-6, p.153-158, 2002.
- UNGARO, M.R.G. O girassol no Brasil. *O Agrônomo*, Campinas, v.34, p.43- 62, 1982.
- ZANÃO JÚNIOR, L.A. et al. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. **Journal of Phytopathology**, Göttingen, v.157, n.2, p.73-78, 2009. Disponível em:

<[http://www3.interscience.wiley.com/journal/121402690/abstract?CRETRY=1 &SRETRY=0](http://www3.interscience.wiley.com/journal/121402690/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0)>.

Acesso em: 15 set. 2008. doi: 10.1111/j.1439-0434.2008.01447.

ZANÃO JÚNIOR, L.A. **Resistência do arroz à mancha-parda mediada por silício e manganês** 2007. 125f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa.

ZIMMER, D.E.; HOES, J.A. Diseases. In: CARTER, J.F. (Ed.). Sunflower science and technology. Madison: **American Society of Agronomy**, 1978. p.225-262

Brito A. L.R. Embrapa Milho e Sorgo 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/irrigacao/metodos>

Mesquita,I; Crescimento da economia brasileira é impulsionado pela alta de 15% da agropecuária em 2023 Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/crescimento-da-economia-brasileira-e-impulsionado-pela-alta-de-15-da-agropecuaria-em-2023>

ZIMMER, D.E.; HOES, J.A. Diseases. In: CARTER, J.F. (Ed.). Sunflower science and technology. Madison: American Society of Agronomy, 1978. p.225-262.

AGROSMAT.3 formas de fazer o manejo da irrigação na lavoura. Disponível em:Acesso em: 01 set. 2020.

SOUSA, M. A.; JUNIOR, J.A.;EVANGELISTA, A.W.P.;CASAROLI, D.;MESQUITA, M. Estimativa de viabilidade econômica do uso de energia fotovoltaica em pivô central no estado de goiás, Revista Engenharia na Agricultura, V.27, n.1, p.22-29,

CUNHA, M. M. Desenvolvimento de um sistema embarcado para realização de manejo de irrigação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão / SE, 2019. Disponível em URL: <<http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/10937> Acesso em: 08 abr. 2020.