

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA

DE MINAS GERAIS - *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA

BACHARELADO EM AGRONOMIA

Fabiana Carolina Ferreira

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO MILHO (*ZEA MAYS L.*) SOB
DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E EM ESTRESSE HÍDRICO**

São João Evangelista

2023

FABIANA CAROLINA FERREIRA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO MILHO (*ZEA MAYS L.*) SOB
DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E EM ESTRESSE HÍDRICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso
Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de
Minas Gerais – Campus São João Evangelista para
obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof.º Dr.º Mateus Marques Bueno.

São João Evangelista

2023

FICHA CATALOGRÁFICA PARA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

F383a Ferreira, Fabiana Carolina

Avaliação do desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.) sob diferentes lâminas de água e em estresse hídrico / Fabiana Carolina Ferreira. – 2023. 38 f. : il.

Bibliografia: f. 31-36

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus São João Evangelista, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Mateus Marques Bueno.

1. Crescimento vegetal. 2. Escassez hídrica. 3. Produção de alimentos. 4. Produtividade agrícola. I. Fabiana Carolina Ferreira. II. Título.

CDD: 631

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Denísio P. Marcos CRB-

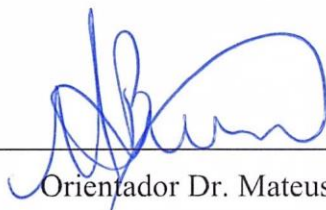
FABIANA CAROLINA FERREIRA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO MILHO (*ZEA MAYS L.*) SOB
DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E EM ESTRESSE HÍDRICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso
Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de
Minas Gerais – Campus São João Evangelista para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em 19/06/2023

BANCA EXAMINADORA



Orientador Dr. Mateus Marques Bueno
Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG



Dr. Rafael Carlos dos Santos
Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG



Documento assinado digitalmente

VALERIA SANTOS CAVALCANTE

Data: 26/07/2023 16:53:09-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Valéria Santos Cavalcante
Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por ter me proporcionado chegar até aqui.

Aos meus pais, que me apoiaram da melhor forma possível para que esse sonho fosse possível.

As minhas irmãs: Christiene Karine, Ana Vitória e Isabela Eulália pelo apoio constante. A toda minha família por me apoiarem nessa jornada. *In memoriam* da minha bisavó, Maria Eulália, que sempre me incentivou a fazer o ensino superior.

Aos meus amigos: André Pereira, Keila Gomes, Jaene Tavares, Karine Mendes, Marco Antônio, Patrícia Macedo, Ninfa Ribeiro, Sarah Braga e Geraldo Candido pelo companheirismo e ajuda nessa caminhada.

Ao grande amigo e colaborador do viveiro Adair, pelo suporte, ajuda, atenção e carinho.

Ao meu orientador Mateus Marques Bueno, pela confiança, paciência, os conselhos, e por toda orientação no desenvolvimento deste trabalho, minha sincera gratidão.

Aos servidores Ricardo Gomes, Alisson Eufrásio, João Paulo, Ivan Fontan e Lucas por toda ajuda para condução desse trabalho e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao IFMG Campus São João Evangelista, pela oportunidade de formação com excelentes profissionais, pela enorme contribuição, ensinamentos e lições pessoais.

E a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

A produção de alimentos de forma sustentável é fundamental diante da possibilidade de escassez de recursos naturais e redução da qualidade de vida, para garantir a manutenção da qualidade econômica, ambiental e social dos territórios. Dentre os recursos naturais, a supressão hídrica tem extrema importância, dado a grande variabilidade do território nacional. Este trabalho quantificou a necessidade hídrica da cultura de milho, cultivar Santa Helena, no período de safrinha, aos 30, 60, 90 e 120 dias após emergência (DAE), na região centro-nordeste de Minas Gerais, objetivando propor ferramentas de controle e melhoria de produção e manejo. A necessidade hídrica da cultura foi obtida através da aplicação de diferentes lâminas de água (60 a 120% da evapotranspiração de referência - ETo) e estresse hídrico. Foram avaliados indicadores de crescimento da planta, índices microclimáticos e volume de água consumido. Os resultados, de forma geral, mostram que as plantas que tiveram melhor crescimento foram os que receberam maior volume de água, reduzindo os parâmetros de crescimento com a aplicação de lâminas inferiores. A variável altura teve maior desempenho a partir de 80% da ETo, assim como peso de espiga. Os resultados demonstraram que o milho apresentou resposta significativa maior em termos de altura nas quantidades acima de 6,1 L de água /planta mesmo em estresse. Percebe-se, que para a cultura do milho, a aplicação de lâmina superior a ETo tem efeito positivo, entretanto, não é possível afirmar até quanto este aumento é positivo.

Palavras-chave: crescimento vegetal, escassez hídrica, produtividade.

ABSTRACT

The production of food in a sustainable way is fundamental in face of the possibility of scarcity of natural resources and reduction of the quality of life, to guarantee the maintenance of the economic, environmental and social quality of the territories. Among natural resources, water supply is extremely important, given the great variability of the national territory. This work quantified the water requirement of the maize crop, cultivar Santa Helena, in the off-season, at 30, 60, 90 and 120 days after emergence (DAE), in the central-northeastern region of Minas Gerais, aiming to propose control tools and improvement of production and management. The water requirement of the crop was obtained through the application of different water depths (60 to 120% of the reference evapotranspiration - ETo) and water stress. Indicators of plant growth, microclimatic indices and volume of water consumed were evaluated. The results, in general, show that the plants that had the best growth were those that received the highest volume of water, reducing the growth parameters with the application of lower depths. The variable height had a better performance from 80% of ETo, as well as ear weight. The results showed that maize showed a significantly higher response in terms of height in amounts above 6,1 L of water/plant even under stress. It can be seen that for the corn crop, the application of a water depth greater than ETo has a positive effect, however, it is not possible to state to what extent this increase is positive.

Key-words: plant growth, water shortage, productivity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Botânica e Características das Plantas de Milho	10
2.2 Histórico do Milho	13
2.3 Importância econômica	14
2.4 Fatores Climáticos	15
2.5 Estresse Hídrico e Necessidade Hídrica	17
3. METODOLOGIA	21
3.1 Local do estudo	21
3.2 Avaliações	24
3.3 Análise dos dados	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
Anexos	37

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é uma planta domesticada pertencente à família *Poaceae*. Tendo origem na América Central, enquadrada como cereal de amplo espectro para utilização na alimentação humana e animal como fonte energética, com a qual se apresenta de alto valor nutritivo (CARVALHO, *et al.*, 2013). Diante do cenário agrícola mundial, procura-se conhecimento e técnicas de utilização de água e conservação do meio ambiente sem prejudicar o desenvolvimento e produtividade das culturas. Nesse sentido, é importante conhecer a necessidade hídrica de cada cultura evitando desperdício ou déficit, indesejável para produção (TELES, 2020).

Podendo ser cultivado, em determinados locais, em duas safras, atinge produção de aproximadamente 102,4 milhões de toneladas de grãos produzidos nacionalmente (CONAB, 2020). A normal, conduzida em período de maior distribuição de chuvas, denominada safra; e safrinha, na qual o período de pluviosidade é menor, sendo trabalhados materiais genéticos com ciclo curto e atingindo menores produtividades. Nesse trabalho daremos destaque para safrinha, que cultivado em plantio direto, tem rendimentos entre cinco e sete mil kg ha⁻¹, semeado geralmente após a soja, cultura de verão ([b] CRUZ, *et al.*, 2010).

Segundo a Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso (2021), a produção de milho no cultivo safrinha, tem implantação entre janeiro e fevereiro, sendo condições ambientais determinantes para o ciclo produtivo, que com certa estabilidade produtiva, provoca crescimento de área cultivada e de produtividade.

A produtividade do milho é influenciada pelo suprimento de água daquele determinado ano agrícola, sendo intensamente necessária no período crítico, que vai desde o pendoamento até o início de enchimento de grãos, influenciando no número de espigas por planta e no número de grãos por espiga (BERGAMASCHI, *et al.*, 2004).

O desenvolvimento do milho, assim como de outras culturas depende de condições edafoclimáticas satisfatórias para estabelecimento e crescimento da planta, implicando em maior ou menor produção. A extração de água do solo pela planta representa um fator limitante, por depender da capacidade de retenção de água do solo, profundidade efetiva de raiz, solução do solo e idade da planta (SANS, 2009), com teor de água extraível inferior a 30%, o consumo relativo de água decresce linearmente impactando no desenvolvimento consonante ao clima (SANS; SANTANA, 2007).

Conforme Cruz *et al.* (2010) em regiões de clima quente e seco, o milho consome em média 3 mm/dia de água, enquanto que entre o espigamento e a maturação o consumo pode atingir 5 a 7 mm/dia. De tal maneira, que a demanda hídrica fica em torno de 500 a 800 mm de água (CARVALHO, *et al.*, 2013). Entretanto, os autores Albuquerque (2010) e, Borges e Maia (2016) informam que o milho variedade de ciclo médio consome de 380 a 550 mm de água em seu ciclo completo, dependendo das condições climáticas.

O monitoramento da disponibilidade de água no solo e necessidade de irrigação através de indicadores da condição hídrica das plantas, como o potencial de água na folha, através da Bomba de Schollander é um parâmetro interessante para avaliar tolerância a seca ou necessidade de intervenção na produção (BERGONCI, *et al.*, 2000). O déficit hídrico ocorre quando o conteúdo de água na célula está abaixo do nível de máxima hidratação, podendo estimular reações na planta, justificando diferentes eficiências no uso de água e mecanismos de fixação de carbono. O milho possui mecanismo fotossintético C4 e alta demanda de água, sendo uma das mais eficientes no seu uso, tendo alta relação produção de massa seca por unidade de água absorvida (SILVA, *et al.*, 2012).

Plantas respondem ao déficit hídrico de formas morfológica, fisiológica e bioquímica diferentes. Através de produção de ácido abscísico, ABA, que fecham parcialmente estômatos; queda de folhas, epinastia; aumento de tricomas, expansão da raiz ou acúmulo de compostos orgânicos para aumentar absorção de água por osmose (CRUZ, *et al.*, 2023). Com isso, identificar os níveis ideais de lâmina para o milho, sob condições controladas, é fundamental para prever melhorias na época de plantio e manejo vista adequação de produtores regionais ao cultivo safrinha.

Assim, com o presente trabalho teve-se o objetivo avaliar a necessidade hídrica da cultura do milho (*Zea mays L.*) durante seu desenvolvimento, quando irrigada com diferentes lâminas de água e submetido a estresses hídricos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Botânica e Características das Plantas de Milho

Dentro da classificação botânica, o milho pertence à ordem *Gramineae*, família *Graminaceae*, sub-família *Panicoideae*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea*, espécie *Zea mays*; O gênero *Zea* é considerado monotípico e constituído por uma única espécie, ou seja, *Zea mays L.* (SOUSA, 2008). Tem ciclo anual, pertencente ao grupo das monocotiledôneas, apresentando estádios vegetativos e reprodutivos. A pressão de turgescência ocorre

através do ajuste osmótico, onde a planta acumula solutos em seu interior, como forma de adaptação ao estresse hídrico ocasionado em regiões mais secas, sendo quanto maior a concentração de solutos, menor o potencial osmótico (SALAMONI, 2008).

No século XX, a escala de Ritchie, *et al.* (1993) passou a ser adotada na descrição da fenologia do milho, tendo a mesma mantido grande parte dos critérios da escala de Hanway (1963), a escala mais utilizada anteriormente. Tendo os estádios vegetativos maior detalhamento, nos seguintes cronogramas cada nova folha, totalmente expandida, corresponde a um estágio vegetativo, e os estádios reprodutivos, são demonstrados conforme o estágio de maturidade dos grãos.

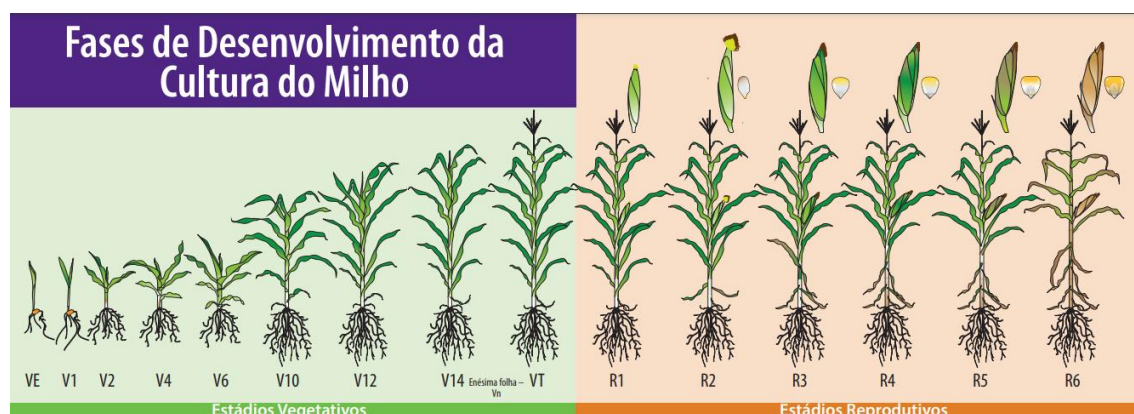
O estágio vegetativo vai da emergência (VE) até o pendoamento (VT). VE: período de emergência da planta, percebido pelo momento em que surge a primeira folha acima da superfície de solo; V1: Encontra-se a primeira folha desenvolvida e fotossinteticamente ativa; V2: Segunda folha desenvolvida, começa o crescimento das raízes nodais e a senescência das raízes seminais; V4: Quarta folha e as raízes nodais são dominantes e o crescimento das folhas ainda ocorre no meristema apical (ponto de crescimento); Entre V6 e V10 ocorre a determinação do potencial do número de fileiras por espiga; importante destacar que em V10 a décima folha estará desenvolvida tendo formação das raízes adventícias dependendo do genótipo e de condições ambientais; Vn: n folhas plenamente desenvolvidas; VT: fase de pendoamento se observa o último ramo do pendão no topo da planta, percebendo a inflorescência masculina do milho. Ocorre a definição do potencial de grãos por fileira na espiga e inicia-se definição tamanho do sabugo. Mesmo que não seja considerado um estágio propriamente dito, a antese (VT), é um momento determinante para o milho, o qual consiste na liberação do pólen pelos estames, e havendo problemas nutricionais ou hídricos resultaram em problemas produtivos, estando a demanda por nutrientes e água 7,5 mm por dia, próximas do nível máximo nessa fase (CIAMPITTI; ELMORE e LAUER, 2016).

O estágio reprodutivo vai do embonecamento (R1) até a maturidade fisiológica (R6). R1 é a fase de emissão dos estilo-estigmas pela espiga, os chamados “cabelos do milho”. Fase mais crítica para produtividade, polinização e florescimento. O potencial do número dos grãos portanto é determinado nesta fase. Cada estilete, inflorescência feminina, fertilizado pelo pólen implicará num óvulo e, assim, produzirá um embrião que corresponde a um grão presente no sabugo do milho na fase final de produção. A altura máxima da planta é atingida neste estágio e a demanda por água (8 mm por dia) atinge seu pico; R2: Percebe-se a representatividade do grão bolha d’água; o “cabelo” escurece

e seca, o grão apresenta 85% de umidade; os embriões se desenvolvem em cada grão, tendo sofrido divisão celular completa, inicia-se o enchimento de grão. Estresses podem reduzir o potencial de produção pela redução do número final de grãos (abortamento); R3: percebido pelo Grão Leitoso, porque nessa fase completa-se o enchimento de grãos, que se tornam amarelos e um fluido semelhante ao leite. Este fluido é o resultado do processo de acúmulo de amido no grão. Estresses ainda podem causar abortamento nas pontas da espiga progredindo (CIAMPITTI; ELMORE e LAUER, 2016).

Estágio R4 é definido como período grão pastoso, fase que, ocorre rápido acúmulo de nutrientes e amido; o grão possui 70% de umidade e se apresenta dentado no topo. Alterações de manejo de forma maléfica podem causar má formação ou gerar grãos chochos e espigas sem valor; R5: Formação de dente, a maior parte dos grãos estarão dentados, a umidade do grão será 55% e o conteúdo de amido aumenta. Estresses nessa fase podem reduzir a massa do grão, com 50% de grãos leitosos se dará a colheita para silagem; E finalmente R6: Maturidade fisiológica, imposta pela formação de uma camada preta na base do grão, bloqueando o movimento de matéria seca e nutrientes da planta para os grãos. O grão atinge sua maior massa seca (30 a 35% de umidade) e estão maduros fisiologicamente, mesmo não está pronto para um armazenamento seguro, sendo necessário aguardar até 20% ou estimular esse secamento com secadores artificiais (SENAR, 2018). Nenhum estresse (biótico ou abiótico) irá impactar a produtividade depois deste estágio, exceto acamamento, doenças, insetos ou granizo; a colheita pode ser iniciada nessa fase, abaixo imagem demonstrativa do ciclo do milho (Figura 1).

Figura 1- Fases de desenvolvimento do milho.



Fonte: Ciampitti; Elmore e Lauer, 2016.

Nas temperaturas ambiente superiores à 30°C folhas de milho apresentaram enrolamento, mesmo com potencial hídrico na folha (Ψ_{folha}) considerados adequados no primeiro período (dos dias 3º a 5º), demonstrando que, para o milho, a alteração na arquitetura do dossel não é resultado apenas do Ψ_{folha} (VIEIRA JUNIOR, *et al.*, 2007).

2.2 Histórico do Milho

O milho foi caracterizado como uma das bases alimentares dos povos americanos, com cultivos datados desde 5.000 a. C., tendo sua relevância conforme o ambiente em que estiver inserido (ALCANTARA, 2019). Por representar uma das principais culturas agrícolas, sendo importante economicamente nas relações mercadológicas internacionais e brasileiras (LIMA, *et al.*, 2020) a manutenção do ambiente produtivo se faz necessária para assegurar o resultado desejado.

Diminuição do nível de água disponível no solo reduz produção de matéria seca da parte aérea do milho, nos dois estádios fenológicos (COSTA, PINHO e PARRY, 2008). O desenvolvimento de variedades resistentes à seca assume importância no panorama de alterações climáticas, sendo necessário aplicações de técnicas que favoreçam o desenvolvimento e produtividade frente a efeitos do estresse ambiental tolerado nas diferentes regiões mundiais (CRUZ, 2006).

Sobremaneira, o autor Alcântara (2019) ao expor um trabalho intitulado a origem do milho na América Latina, história, mitos e seu uso no México e no Brasil, percebe a distinção de cultos e costumes dos dois países, voltados a esse cereal, sendo no México um alimento sagrado doado por deuses em missão de levar alimentos aos homens, anteriormente cultivado em pequena escala e restrito às regiões propícias de cultivo. Enquanto no Brasil, têm-se extensos cultivos para abastecimento interno e externo, inicialmente doado por deuses aos indígenas, mas imediatamente replantado para manter fartura nas aldeias, em dias atuais percebe-se diferentes formas de beneficiamento do grão e produção em larga escala, com uso de maquinários mais potentes, assegurando maior quantidade de produção, o que questiona a apropriação cultural dessa planta por povos latino-americanos.

O milho é uma espécie com metabolismo fotossintético C₄, caracterizado por um mecanismo de concentração de CO₂ no sítio ativo da Ribulose-bifosfato carboxilase-oxigenase (Rubisco) do ciclo de Calvin e Benson. Pertence ao subgrupo que apresenta maior eficiência de uso da radiação solar, pelo uso da enzima Rubisco, de tal forma que

transforma mais radiação solar, CO₂, temperatura, água e nitrogênio em biomassa que outras culturas de metabolismos C3 e CAM, por exemplo. (BERGONCI; BERGAMASCHI¹, 2002 *apud*: BERGAMASCHI e MATZENAUER, 2014).

2.3 Importância econômica

Pelas perspectivas agrícolas da OCDE-FAO 2022-2031, na próxima década, a produção de cereais deve aumentar em 343 Mt, que significa um aumento de 12% comparada a produção atual. Dessa perspectiva quase metade do aumento produtivo virá do milho, enquanto o trigo e o arroz representam cerca de 20% cada e outros grãos grossos, como cevada, aveia, sorgo e outros) representam os restantes 10%. Os países responsáveis por mais da metade do aumento da produção de milho serão Estados Unidos, China e Brasil (OECD/FAO, 2022).

Segundo Souza (2020) as duas safras de milho no Brasil totalizaram mais de 79 milhões de hectares em 2017, configurando-o uma das principais commodities brasileiras. A produção brasileira tem ao longo dos anos alcançado aumentos gradativos devido a parâmetros como: crescimento de área semeada, investimento em tecnologias de produção e condições edafoclimáticas favoráveis (CONAB, 2020). Para a safra de 2022/23 a Conab prevê um recorde na produção brasileira de grãos, podendo atingir 312,4 milhões de toneladas, ou seja, 15% a mais que a safra obtida em 2021/22 (CONAB, 2023).

Contextualizando tem-se dados estatísticos de aumento de área, produtividade e produção, avaliados em janeiro de 2023, sobre as safras 2021/22 e 22/23 demonstrado (pela Tabela 1) na sequência fornecido pela Conab sobre o milho safrinha no Sudeste.

Tabela 1- Comparativo de área, produtividade e produção de milho 2ª safra no Sudeste do Brasil.

Milho 2ª safra- Safras 2021/22 e 2022/23									
Comparativo de área, produtividade e produção									
Região / UF	Área (em mil ha)			Produtividade (em kg/ha)			Produção (em mil t)		
	Safra 21/22	Safra 22/23	Var %	Safra 21/22	Safra 22/23	Var %	Safra 21/22	Safra 22/23	Var %
SUDESTE	1.092,5	1.201,5	10,0	4.123	5.413	31,3	4.504,2	6.504,1	44,4
MG	554,5	618,8	11,6	3.913	6.037	54,3	2.169,8	3.735,7	72,2
SP	538,0	582,7	8,3	4.339	4.751	9,5	2.334,4	2.768,4	18,6

Fonte: Adaptado de Conab, 2023. Nota: Estimativa em janeiro/2023.

¹ BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H. **Ecofisiologia do milho**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. Anais... Florianópolis, SC: ABMS/EMBRAPA/EPAGRI, 2002. (CD-ROM).

2.4 Fatores Climáticos

O desenvolvimento de culturas pode ser afetado tanto pelo alagamento, quanto pela deficiência hídrica, resultando em limitação de suprimento de água nos tecidos ou aumento da demanda evapotranspirativa, que influi na ecofisiologia da planta (COELHO, 2013). A vulnerabilidade climática sofrida pelas culturas, customiza a agricultura abalos com a mudança do regime de chuvas e modificações de solos, requerendo maiores pesquisas e investimentos para mitigação, que consequentemente altera os preços dos produtos, safras, qualidade do produto e alteração do ciclo de produção das culturas (ASTOLPHO, 2003).

A implantação e manejo de culturas embasada na determinação de períodos críticos é utilizada para definir as necessidades e sensibilidades das espécies, visando redução de danos por eventos climáticos extremos, adequando as necessidades da planta à disposição do ambiente, ou condução de atividades no campo de maneira congruente com a demanda (BERGAMASCHI e MATZENAUER, 2014).

A temperatura ideal para o desenvolvimento do milho varia de 18° C a 30° C, cultivado em regiões onde as precipitações vão desde 250 mm até 5000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida pela planta, durante seu ciclo está em torno de 600 mm, sendo muito exigente em água (CRUZ, *et al.*, 2010).

Nascimento (2016) reitera o fato de o milho safrinha estar suscetível a perdas de produção tanto no período de desenvolvimento da planta como na colheita devido modificações climáticas com destaque para amplitude térmica. Assim como, Bergamaschi e Matzenauer (2009), enfatizaram que a temperatura como principal elemento determinante da emergência das plântulas e da taxa de aparecimento de novas folhas; pela temperatura do solo influenciar o ponto de crescimento, emissão de novas folhas, número de folhas e o tempo de emissão do pendão.

Comparando a produção de milho para ensilagem e espigas verdes em função de períodos de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional, Silva (2013) confirma que houve efeito do veranico nos dois sistemas de plantio, com maiores perdas verificadas no plantio convencional em relação ao plantio direto, à medida em que se aumentou o período de déficit hídrico.

A necessidade de água e nutrientes do milho aumentam juntamente com seu crescimento. Fatores como a temperatura, precipitação pluviométrica e o fotoperíodo ou

radiação solar/ luminosidade limitam o desenvolvimento dessa cultura, influenciando na produção de grão e peso da matéria seca (EMBRAPA, 2015; CRUZ, 2011).

O fotoperíodo, comprimento de duração do dia, influi no ciclo de muitas espécies vegetais e animais, de forma simplificada essa variável informa quantas de horas de luz solar tal planta suporta, seu efeito é denominado fotoperiodismo. Esse fotoperiodismo difere em PDC- plantas de dias curtos ou PDL- plantas de dias longos; O milho é considerado uma planta de dias curtos, embora algumas cultivares tenham pouca ou nenhuma sensibilidade às variações do fotoperíodo (EMBRAPA, 2015). Assim sendo o ciclo fenológico dos cultivos agrícolas podem ser comprometidos quanto maior a exposição a luminosidade ao longo do ano.

A polinização ineficaz causa má formação do grão e subsequente falha na fertilização dos óvulos na espiga, deixando partes do sabugo sem grãos. Períodos prolongados de déficit hídrico, associados a altas temperaturas, podem retardar a emissão dos estigmas, impedindo a polinização (NIELSEN, 2005), podendo grãos da ponta da espiga serem abortados por estresse severo de suprimento de fotoassimilados. Dentre as principais causas temos déficit hídrico, altas temperaturas, baixa radiação solar ou redução drástica da área foliar. Fases de polinização e início da formação de grãos com noites quentes, causam abortamento pela menor quantidade de fotossintatos disponíveis por unidade de graus-dia acumulados (NIELSEN, 2005), explicado pela capacidade de a umidade relativa do ar mais baixa desidratar o tubo polínico que conduz pólen até a oosfera na reprodução, demonstrando que verânicos diminuem a produção por preenchimento de sabugo.

Giorgi Neto (2017) explica que o índice graus-dias, considera a soma das temperaturas diárias acima da temperatura base para o desenvolvimento da cultura, de 8 a 10°C, observada o acúmulo da quantidade de calor recebido pelo milho, tendo relação direta da temperatura com a produção vegetal, visto que cada aspecto fisiológico do ciclo da planta requer o acúmulo de uma quantidade de calor diferente. Circunscreve-se que o milho tem máxima produção nas temperaturas de 10 a 30 °C, incidência de radiação, entre 400 a 700 nanômetros de comprimento de onda, e disponibilidade hídrica adequada (SOUZA *et al.*, 2013).

A altitude tem efeito na produtividade do milho visto que essa esta afeta a temperatura diurna e noturna do ambiente. O autor Giorgi Neto (2017) avaliando a influência dos fatores edafoclimáticos na polinização de campos de produção de um híbrido simples de milho, na safra 2016/2017, na região de Formosa, GO, em diferentes

altitudes, explica que para condições brasileiras o milho plantado em maiores altitudes leva maior número de dias para atingir o pendoamento, aumentando o ciclo em tempo e apresentando maior rendimento de grãos. Isso se dará porque em maiores altitudes a temperatura noturna fica menor, diminuindo a taxa de respiração, resultando na redução do ponto de compensação- ponto em que a fotossíntese e a respiração são idênticas, aumentando a produtividade.

Pelo zoneamento agroclimático o milho safrinha, tanto de ciclo I, quanto II, são recomendados plantar em solo de textura argilosa, em janeiro. Porém, esse período é estabelecido para semeadura visando evitar perdas por eventos climáticos extremos em função da estação do ano, sendo apontado pelo MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, (BASTOS FILHO, 2021) perdas superiores a 40% nos meses não recomendados, podendo ser questionada com resultados do trabalho exposto.

2.5 Estresse Hídrico e Necessidade Hídrica

O milho é considerado uma cultura que demanda muita água, mas é muito eficiente no uso da mesma, isto é, produz grande quantidade de matéria seca por unidade de água absorvida (ALBUQUERQUE e RESENDE, 2002). O manejo da irrigação de certa cultura é basicamente estabelecer o momento correto de aplicar água e a sua respectiva lâmina -quando e quanto aplicar, sendo valoroso para eficiência produtiva, e evitar desperdício. O milho necessita de aproximadamente 650 mm de água durante seu ciclo, para obter rendimento máximo (BERGAMASCHI *et al.*, 2004).

Contudo, os critérios para adaptação ou não de disposição de água às plantas deve ser rigorosamente calculado pois vários problemas ambientais podem ser desencadeados do uso ineficiente da água, tais como: inundação, lixiviação de agroquímicos, poluição do lençol freático, salinização do lençol e do solo resultante de aplicações insuficientes de água, destruição ou inativação de atividade de microrganismos que habitavam o solo, dentre outros.

Diversas pesquisas voltadas a condicionantes para expressivo rendimento do milho têm sido desenvolvidas para potencializar a produção dessa commodity, ressaltando as ponderações de Bergamaschi e Matzenauer (2009) acerca do estresse hidrológico: “Grande redução no rendimento de grãos pode ser causada por estresse hídrico, especialmente quando ocorre entre duas semanas antes e duas semanas após o espigamento, estando a maior redução associada ao estresse no espigamento (R1). Tal

fato é também verdadeiro diante de outros tipos de estresses ambientais, tais como nutricionais, por altas temperaturas ou por granizo.”

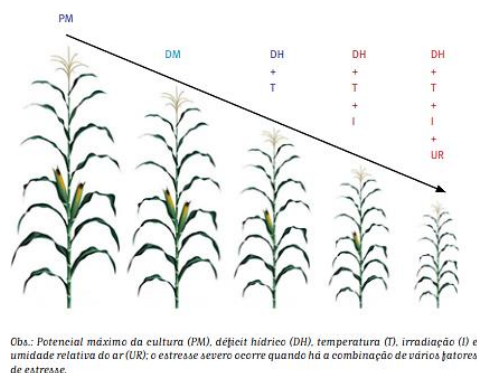
Os vegetais desenvolvem mecanismos fisiológicos para tolerar limitações climáticas, como baixa disponibilidade hídrica ou aumento da demanda evapotranspirativa modificando espessura da cutícula foliar, aumentando comprimento de raiz, ajuste osmótico e/ou controlando a abertura de estômatos (MAGALHÃES e DURÃES, 2006).

A transpiração é um processo consumidor de energia, decorrente da evaporação, fenômeno físico que é consequência da energia livre entre as fases líquida e gasosa da água, pela qual moderada a temperatura da folha sujeita a radiação solar ou outras fontes de energia, ocorre sucção e liberação de água pela planta para a atmosfera (CARDOSO e COSTA, 2012). Responsável pelo transporte de água e sais minerais além do equilíbrio térmico e dinâmico das plantas pelo feixe vascular do xilema, a transpiração tem sua dinâmica alterada pela radiação solar, umidade relativa do ar, temperatura do ar, velocidade do vento e disponibilidade de água no solo.

Uma planta, em fase de crescimento, absorve a água armazenada do solo e a transporta, na fase líquida, até as folhas, sendo um fator biológico. Neste ponto, se os estômatos estiverem abertos, o movimento d'água processa-se na fase de vapor dependendo, principalmente, do estado físico da atmosfera local, isto é, dos processos turbulentos da mistura do ar circundante ao redor do dossel foliar da planta. Se tiver cobertura vegetal circundando completamente o solo, somente uma pequena parte da água alcança a atmosfera pela evaporação direta da água do solo, ou da água depositada diretamente nas folhas pela chuva, pela irrigação por aspersão ou pelo orvalho, porque esse fator físico, sofre influência da agitação de moléculas de água do solo e da atmosfera. (SEDIYAMA, RIBEIRO e LEAL, 1998).

A transpiração das plantas tende a aumentar quando o gradiente de pressão de vapor entre a folha e o ar atmosférico sobem. Esse gradiente é calculado em função da temperatura e da umidade relativa do ar, que também pode aumentar quando o solo seca (SILVA, *et al.*, 2003). Os autores Souza e Barbosa (2015) esquematizam que a baixa disponibilidade de água no solo pode induzir o estresse, porém, quando a baixa disponibilidade de água está associada à elevada temperatura do ar, alta irradiação e baixa umidade, o estresse tende a ser mais intenso e severo (Figura 2).

Figura 2- Efeito dos fatores de estresse sobre a produtividade do milho.



Fonte: Souza e Barbosa, 2015.

A água desempenha diferentes funções nos tecidos vegetais, atuando como solvente, constituindo, o meio para o movimento das moléculas no simplasto e apoplasto, hidratando a parede celular, garantindo que o gás carbônico atmosférico penetre na folha (CARDOSO e COSTA, 2012); influência também na estrutura molecular e nas propriedades de proteínas, membranas e ácidos nucleicos participando de várias reações essenciais, além de transportar minerais até a superfície radicular e por todo o interior das plantas (VIEIRA JUNIOR, *et al.*, 2007). Mas diversos fatores bióticos e abióticos geram perturbações nas plantas.

Com relação ao suprimento hídrico, os autores Carvalho, *et al.* (2000) informam que períodos de veranico de 2 a 4 dias ocasionaram 10% de perda de rendimento na cultura do milho, veranicos de 3 a 7 dias, de 4 a 9 dias e de 5 a 11 dias na fase de floração em outubro, de 20, 30 e 50%, respectivamente.

Segundo Magalhães, Durães E Rodrigues (2003), o sorgo utiliza em média 330 kg de água para produzir um quilograma de matéria seca, ao passo que o milho e o trigo, por exemplo, utilizam 370 e 500 kg, respectivamente, para produzir a mesma quantidade de matéria seca. Enquanto que Bernardo² (2002), no Manual de Irrigação, *apud*: LIMA (2014) argumenta que o milho apresenta uma exigência hídrica entre 400-800 mm, já o sorgo possui valores entre 300-600 mm. Vale contextualizar que o sorgo produz mais matéria seca que o milho sobre estresse hídrico, murcha menos e consegue se recuperar de murchas prolongadas por adaptação de sistema radicular profundo e denso.

A metodologia proposta por Kirchner (2016) utilizou 0, 61, 65, 77, 100 e 136% da evapotranspiração de referência para comparar eficiência do uso da água no sorgo

² BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6. ed. Viçosa. MG: UFV, 2002. 656 p.

forrageiro, tendo a lâmina de 100% melhor desempenho. Enquanto, Parizi (2010) utilizando lâminas de irrigação de 20, 40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração da cultura notou incremento de até 95,4% na produção de grãos de milho, quando comparados ao tratamento sem irrigação. No trabalho apresentado a seguir, usou-se lâminas de 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração.

Estresse hídrico em plantas é utilizado para designar uma situação em que a demanda de água pela planta é maior que a disponibilidade no solo e capacidade de absorção pelo sistema radicular, resultado de reações bioquímicas em cadeia que garantem manutenção do aparato fotossintético e desenvolvimento das culturas agrícolas. Mas para Souza e Barbosa (2015) as plantas apresentam níveis de resposta de defesa, baseada em três estratégias diferentes: a primeira é a resistência ou resposta homeostática, que é a tentativa de manter seu equilíbrio fisiológico que envolve alto custo metabólico, aumentando respiração para prover energia aos processos de manutenção fisiológica e reparo de danos celulares. A segunda é a tolerância ao estresse, onde a planta possui maior plasticidade, convivendo com os fatores de estresse com menor gasto energético, promovendo recuperação eficiente após a perturbação. Finalizando com a evitância onde, a planta evita o estresse, investindo previamente na formação de raízes profundas e ramificadas, que será mais eficiente na absorção de água e nutrientes. O milho demonstra em campo essa “evitância” quando se vê o dobramento da folha (epinastia) e fechamento estomático parcial (VIEIRA JUNIOR, *et al.*, 2007).

Existem três processos de absorção de nutrientes pelas plantas: difusão, fluxo de massa e interceptação radicular. Na difusão, o nutriente entra pela raiz ao passar de uma região de maior concentração para uma de menor concentração com a água, é um movimento de moléculas por agitação térmica dependente do potencial osmótico da rizosfera (TAIZ, *et al.*, 2017). Já no fluxo de massa, moléculas transportadas no xilema dependem do gradiente de pressão. À medida que o conteúdo de água de um solo decresce, sua condutividade hidráulica diminui e moléculas saem do local de maior potencial de água para o de menor potencial de água, porque espaços das partículas antes preenchidas por água agora terão ar (TAIZ, *et al.*, 2017).

3. METODOLOGIA

3.1 Local do estudo

O trabalho foi realizado em casa de vegetação no Setor de Viveiros e Mudas do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), localizado no município de São João Evangelista, que possui altitude média de 749 m, com clima Cwa, segundo Koppen-Geiger (ALVARES *et al.*, 2013), no ano de 2022.

O município conta com coordenada central de 18°32'54.55" Sul e longitude de 42°45'57.24" Oeste, com precipitação total anual média de 1.370 mm (ALVARES *et al.*, 2013). Os experimentos foram conduzidos em ambiente controlado, com controle direto apenas para precipitação, ou seja, em ambiente coberto com plástico transparente (estufa). A caracterização do microclima local se deu através de termo higrômetro digital, marca Incoterm de montagem no chão modelo HTC-2A, com coleta de dados de temperatura interna, temperatura externa, e umidade relativa (UR) diários; com precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ para temperaturas, e $\pm 5\%$ para UR.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco blocos, utilizando quatro diferentes lâminas de irrigação suplementar, devidamente ajustadas pela capacidade evapotranspirativa, sendo essas: 60%, 80%, 100% e 120% da evapotranspiração de referência (Figura 3).

Figura 3— experimento sendo conduzido em estufa.



Fonte: Autora, 2023.

No total foram 20 vasos, ou seja, quatro tratamentos em cinco repetições, dispostos com 1,0m por 1,5m de espaçamento, apresentados conforme o layout de montagem (Tabela 2). As sementes, cultivar Santa Helena semeadas a cerca de 3cm de profundidade, em vasos de polietileno atóxicos, preto, com furos na parte inferior, com 15 dm³ de capacidade de preenchimento (18cm x 30cm), adquiridas do comercio local de

São João Evangelista-MG. Após 15 DAE (dias após a emergência) ocorreram desbaste das plântulas deixando uma planta por vaso.

Tabela 2- Representação esquemática da disposição dos tratamentos nos vasos conforme esquema 4 × 5.

Parcelas	1	2	3	4
Bloco 1	60B3	80B1	100B3	120B1
Bloco 2	120B3	100B5	80B5	60B2
Bloco 3	80B4	120B2	60B5	100B4
Bloco 4	120B5	60B1	100B1	80B2
Bloco 5	100B2	80B3	120B4	60B4

B= repetição ou bloco; 60= 60% da Eto ou 5,9 L de água consumidos/planta; 80= 80% da Eto ou 6,1 L/planta; 100= 100% da Eto ou 7,1 L/planta e 120= 120% da Eto ou 8,1 L/planta. Fonte: Autora, 2023.

A cultivar de milho escolhida foi a SHS 7990 PRO 3, que é resistente ao herbicida glifosato. Possuindo ciclo precoce, da titular Helix-Santa Helena sementes, usada principalmente para silagem de planta inteira e de grão úmido, transgênica, do tipo híbrido triplo. É tolerante a cercosporiose (*Cercospora zae- maydis*), podridão de grãos e ao complexo de mancha-branca as quais tem ampla distribuição no Brasil; sendo moderadamente tolerante às doenças: complexo de enfezamento cigarrinha (*D. maidis*), turcicum (*Exserohilum turcicum*), mancha foliar de biplodia (*S. macrospora*) e phaeosphaeria (*Phaeosphaeria maydis*) conforme o informativo técnico do programa troca-troca de sementes de milho e sorgo (2021). Entretanto 5 plantas do referido trabalho tiveram mancha-foliar-de-*Phaeosphaeria* (mancha-branca-do-milho), apresentando sintomas de manchas verde-escuras encharcadas, do tipo anasarcas, que posteriormente tornam-se necróticas, de coloração palha, espalhadas pela superfície foliar (EMBRAPA, 2013). Na qual aplicou-se calda sulfocálcica por 15 dias em 3 aplicações espaçadas.

O substrato utilizado foi coletado de uma área produtiva, coletado na própria instituição e posteriormente parte desse solo foi encaminhado para análise química e física no laboratório de Solos do IFMG-SJE (anexo 1) (TEIXEIRA, *et al.*, 2017). O solo foi retirado dos horizontes A e B, na profundidade de 0 a 40cm, com o auxílio de cavadeira, enxada, baldes e sacolas plásticas. Foram feitas análises de rotina, de micronutrientes e de textura do solo coletado na horta da instituição.

No preparo do substrato o solo ficou à sombra por dois dias. Após este período, 12 kg dessa terra foram colocados em cada vaso (15 dm³). Na sequência, foram irrigados

vasos, com metade da capacidade de retenção de água (2L/ vaso) no referido solo. Para chegar à capacidade de retenção de água no solo dos vasos, realizou-se curva de retenção de água no solo pelo método do papel-filtro, tomando a capacidade máxima de retenção de água como referência para evapotranspiração de referência - ETo. Através desse método se tem indicação do nível de tensão da água no solo, baseada no princípio da absorção de água e equilíbrio de energia (pressão) entre o solo e um material de referência, descrito no Manual de métodos de análise de solos (DONAGEMA, 2011) pelo teor de umidade presente na amostra, calculada no Laboratório do IFMG e detalhada na Eq. 1 Calculando a Umidade gravimétrica (kg.kg^{-1}) (1.) e a Umidade volumétrica ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) (2.):

$$1. \ Ug = \left(\frac{a-b}{b} \right) \quad \& \quad 2. \ Uv = \left(\frac{a-b}{c} \right) \quad \text{e} \quad 2.1. \ Uv = (Ug \times ds) \text{ (Eq. 1)}$$

Onde:

Ug= Umidade gravimétrica (kg.kg^{-1});

Uv= Umidade volumétrica ($\text{m}^3.\text{m}^{-3}$);

a= massa da amostra úmida (kg);

b= massa da amostra seca (kg);

c= volume da amostra (dm^3);

ds = densidade do solo (kg dm^{-3}).

O solo possuía textura franco-argilo-arenosa (anexo) sendo feito o cálculo e aplicação de adubação de cobertura no estádio V4 do milho. Utilizou-se: 28 g de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ / vaso e 4,82 g de KCl por vaso, aplicando Sulfato de amônio e Cloreto de potássio, respectivamente, uma vez em cobertura. Destacando a utilização do Sulfato de amônio como fonte de N, por possuir em sua composição enxofre (S), macronutriente secundário importante para estruturação de aminoácidos, como a cistina e a metionina.

A reposição hídrica foi feita semanalmente, tomando como referência os vasos com saturação 100% da capacidade de campo, repondo os demais de forma proporcional. Sendo que abaixo de todos os vasos foram colocados pratos redondos pretos de plástico, para que a água não fosse escoada pelos buracos do fundo dos vasos. Para eliminar competição com plantas daninhas foram feitas capinas manuais nos vasos na estufa de forma manual.

A 2ª irrigação- reposição hídrica para elevar a umidade do solo à umidade na capacidade de campo, aconteceu aos 90 DAE (dias após emergência) onde foram colocadas toda capacidade de retenção de água do referido solo (4 L/ vaso) calculada pelo Laboratório do IFMG-SJE.

A 3ª reposição hídrica aconteceu aos 110 DAE onde colocou-se metade da capacidade de retenção de água do referido solo calculada anteriormente.

3.2 Avaliações

As características de crescimento: altura (ALT), diâmetro da base da planta (DB), peso da matéria úmida total (PMU) e unitária (PMUu), peso da matéria seca total (PMS), e unitária (PMSu) e Quantidade de Nitrogênio foliar (NF) foram medidas aos 30 dias com plantas extras, ou seja, antes do desbaste dos vasos, adotando na ALT e DB o valor da maior planta medida; as demais variáveis tiveram como valor a média das plantas desbastadas. Depois desse período, ocorreram medições de ALT e DB aos 60 e 90 DAE de uma planta em cada vaso. No final do ciclo, 120 DAE, foram avaliadas altura, diâmetro, potencial de estresse hídrico na folha (Ψ), comprimento da raiz principal (RF), PMU, PMUu, PMS, PMSu, NF e peso da matéria seca da espiga (PE).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) foi calculada em planilha no final, e o volume de água consumido pela cultura foi tabelado desde o início do ciclo do milho. A TCA foi feita conforme Benincasa³ (1988) *apud*: RAMOS; BOVI e FOLEGATTI (2002) (Equação 2):

$$TCA = \frac{A2-A1}{t2-t1} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

TCA: taxa de crescimento absoluto;

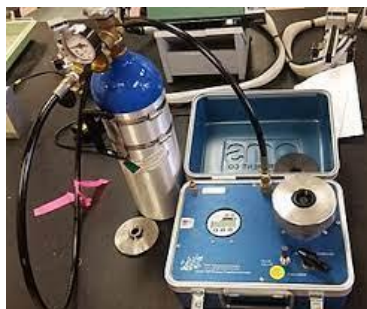
A1 e A2: altura da planta na primeira e segunda amostragem, respectivamente.

t1 e t2: tempo decorrido entre a primeira e segunda amostragem, respectivamente.

A altura (base da planta a folha bandeira) foi medida com fita métrica, o DB de plantas determinado por paquímetro digital e o comprimento da raiz principal (do hipocótilo até a extremidade inferior) através de uma fita métrica; o volume de água consumido, o PMU e PMUu conseguidos por balança de precisão; para determinação do estado hídrico dos tecidos vegetais utilizou-se a câmara de pressão de folha ou bomba de Scholander (Fig. 4), utilizou-se a folha oposta e abaixo da espiga superior, considerando-se o terço médio da planta. O substrato das raízes passou por lavagem com água corrente e posteriormente as raízes foram secas ao ar livre e dispostas separadamente em sacos de papel (capacidade de 0,5 kg), levadas à estufa com circulação forçada de ar e à temperatura de 65°C durante 72 horas. Depois de retiradas da estufa, as amostras foram pesadas em balança de precisão analítica (0,0001 g) para obtenção da matéria seca total e unitária (PMS e PMSu).

³ BENINCASA, M.M.P. **Análise do crescimento de plantas: (Noções Básicas)**. Jaboticabal, FUNEP, 1988. 42 p. (Boletim Técnico 467a).

Figura 4- Imagem ilustrativa da bomba de Scholander.



Fonte: UFLA, 2023.

Para determinar NF, as folhas foram levadas à estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C por 72 horas. Depois de retiradas da estufa, as amostras foram processadas num triturador (moinho de facas modelo Willy de rotor vertical -Macro Splabor), pesadas em balança de precisão separando 0,5g. O nitrogênio na planta é encontrado incorporado a compostos orgânicos, determinado a partir da digestão do material seco com ácido sulfúrico, o método é conhecido como Kjeldahl (Fig.5) desenvolvido em 1883. A quantidade de ácido consumido na titulação corresponde a quantidade de N existente na alíquota (Meneghetti, 2018).

Figura 5- Destilador de Kjeldahl utilizado na determinação de N foliar.



Fonte: Autora, 2023.

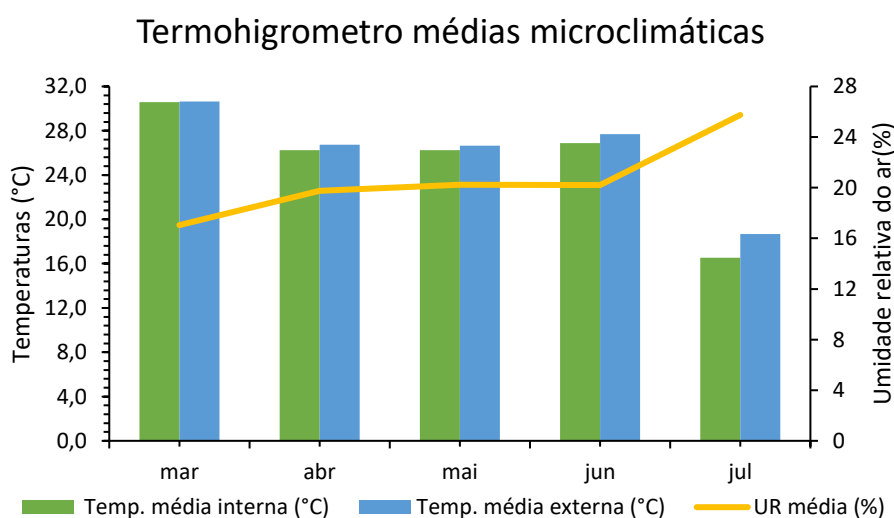
A reposição hídrica e quantificação do volume de água foram feitos por pesagem, com o auxílio de balança de precisão (Marte AD 4.200). Para determinação da umidade do solo as variáveis foram monitoradas através de análise da capacidade de retenção de água no solo, estimando assim a evapotranspiração de referência - ETo dos vasos, sendo pesados e repostos semanalmente aquele teor de ETo de forma proporcional as lâminas (60, 80, 100 e 120%). Estes dados foram analisados via planilha de Excel e seus volumes totais testados a 5% e probabilidade pelo teste t.

Para embasamento sobre a capacidade de retenção de água no solo dos vasos realizou-se a curva de retenção de água no solo pelo método do papel-filtro, tomando a capacidade máxima de retenção de água como referência para ETo. Tendo por base, o Manual de métodos de análise de solos (DONAGEMA, 2011) observado na Eq. 1; que corresponde a análise gravimétrica do Método padrão-estufa presente no Manual de Irrigação (BERNARDO, 2006).

3.3 Análise dos dados

A caracterização do microclima local, mostra pequena variação entre a temperatura médias mensais, interna e externa à casa de vegetação, onde ocorreu os plantios (Figura 6). Como se trata de sensores diferentes, pode se considerar que estes valores estão próximos, não sendo possível afirmar que houve efeito de estufa na estrutura onde foram realizados os plantios. A umidade relativa, média mensal, também variou pouco, com valores entre 17,05% e 25,75%.

Figura 6– Correlação de médias de temperaturas e umidade do ar na estufa.



Fonte: Autora, 2023.

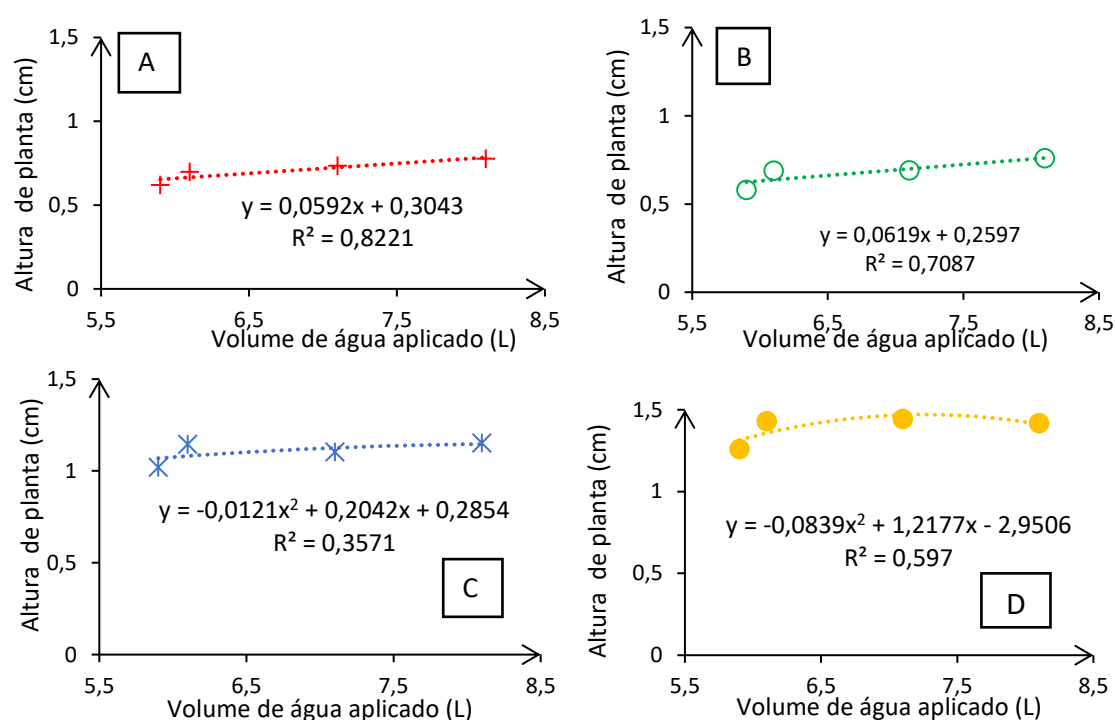
Os dados foram submetidos à análise de variância ($F \leq 0,05$), e as médias submetidas ao teste de Tuckey ($P \leq 0,05$) e regressão com o auxílio do software estatístico Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo hídrico, para a cultura de milho, foi de 5,9; 6,1; 7,1 e 8,1 L/planta, respectivamente para 60%, 80%, 100% e 120% da Eto. Que respondeu positivamente ao aumento de volume de água aplicada com relação à altura (Figura 7). No período inicial, até os 60 dias este crescimento foi linear e no período intermediário, 90 dias, a resposta foi quadrática, indicando que volumes acima de 6,1 L/planta geram melhor resposta em altura do dossel.

Na fase final, aos 120 dias, não houve resposta estatística significativa, indicando que o aumento de volume de água aplicada não alterou a altura. A necessidade de maior quantidade de água nesse período pode ter sido pela fase de florescimento do milho, aumentando seu consumo pela planta.

Figura 7- Alturas no período de 30, 60, 90 e 120 dias durante o desenvolvimento das plantas de milho.



A= 1ª avaliação (30DAE). B= 2ª avaliação (60 DAE). C= 3ª avaliação (90 DAE). D= 4ª avaliação (120 DAE). Fonte: Autora, 2023.

VON PINHO *et al.* (2006) avaliando a influência da altura de corte das plantas nas características agrônômicas, e valor nutritivo de silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo, verificaram 2,18 m de altura média no estande de milho e 2,66 m de altura no sorgo forrageiro o que indica que cultivares de milho conferiram maior valor nutritivo às silagens.

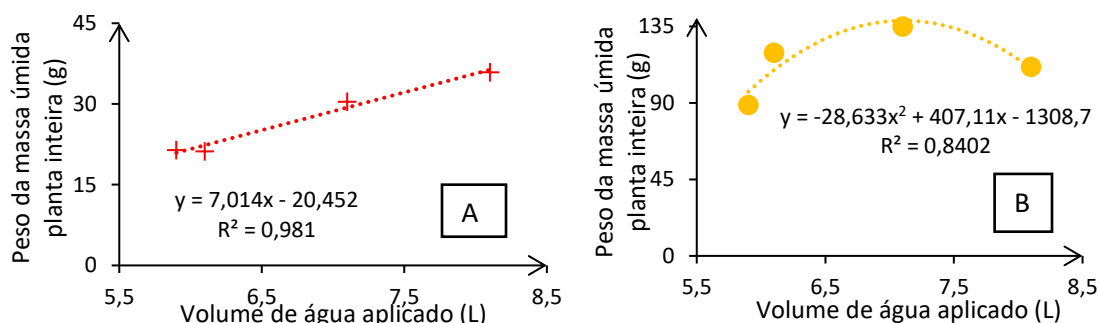
Enquanto que (BARBOSA, 2022) observando o milho híbrido K9555VIP3 sob estresse hídrico aplicando Nanopartículas e Arbolina como atenuantes, relata que crescimento em altura e diâmetro não foi afetado pelos produtos, sob restrição hídrica, mas sob suprimento adequado de água ocorreu um maior desenvolvimento. Confirmando por tanto que quantidade de água afeta altura do milho.

Para altura, aos 60 DAE houve influência estatística significativa, quantidade de água influencia na altura. Pela qual pode-se notar que, quantidades de água acima de 6,1 L/planta/ciclo (80, 100 e 120) propiciaram melhor resposta mesmo em estresse. Porém aos 90 e 120 dias não houve influência estatística significativa da água sobre a altura.

O peso de massa úmida total (PMU), aos 30 dias após emergência, estatisticamente houve influência significativa, quantidade de água influencia no peso da matéria úmida. Tendo o tratamento 120 apresentado maior peso de massa úmida, possuindo relação próxima com o tratamento 100 (Figura 10).

A matéria úmida teve crescimento ascendente no período de 0 a 30 dias (1ª avaliação), apresentando curva linear e adequação do modelo, tendo o tratamento 120, com 8,1 L/planta no ciclo melhor desempenho. Porém, na fase final, aos 120 dias, não houve resposta estatística, indicando que o aumento de volume de água aplicada não alterou o peso, em massa úmida (Figura 8). BIANCHO, *et al.* (2022) que haviam conduzido um cultivo de Milho Safrinha em SP, em diferentes lâminas de irrigação e épocas de aplicação de adubo nitrogenado, perceberam que no fator lâmina de água, houve diferença para a massa fresca da folha e massa fresca total da planta, sendo as lâminas acima de 10 mm com maior desempenho vegetativo.

Figura 8- Peso da matéria úmida no período de 30 e 120 dias durante o desenvolvimento do milho.



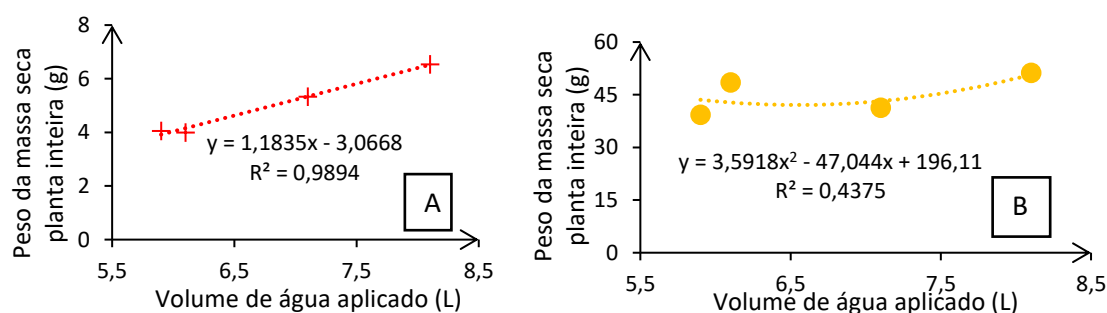
A= 1ª avaliação (30DAE). B= 4ª avaliação (120 DAE). Fonte: Autora, 2023.

A mesma resposta é aplicada ao peso de massa úmida unitária (PMUu) aos 30 dias. Porém aos 120 dias não houve influência significativa da água sobre a massa úmida

total dos tratamentos, nem sobre o peso da massa úmida unitária.

Com relação ao peso de matéria seca (PMS/ PMSu) tanto a total quanto a unitária, aos 30 dias apresentou diferença significativa tendo os tratamentos 100 e 120 maiores pesos (Figura 9). Seguindo a mesma ideia, os autores COSTA; PINHO & PARRY (2008) estudando a influência de diferentes níveis de água disponível, nos estádios vegetativo e reprodutivo de duas cultivares de milho, M-21 e BR-106 viram que a redução do nível de água disponível afetou consideravelmente com redução da produção de matéria seca da parte aérea das plantas, nos dois estádios fenológicos da cultura. Retomando a variável PMS e PMSu, pela Fig. 9, nota-se que na fase inicial o milho apresentou melhor desempenho com relação à matéria seca ao aumento de volume de água aplicada, mas na fase final, não houve alteração significativa.

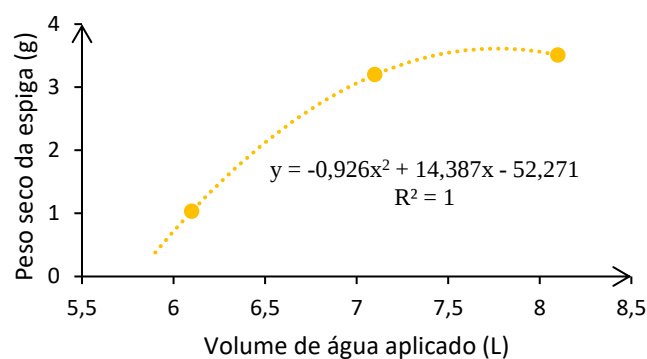
Figura 9- Peso da matéria seca no período de 30 e 120 dias durante o desenvolvimento do milho.



A= 1ª avaliação (30DAE). B= 4ª avaliação (120 DAE). Fonte: Autora, 2023.

Aos 120 dias somente peso da matéria seca da espiga (PE) teve diferença significativa entre tratamentos, isso porque 60 não conseguiu gerar espiga; dentre os demais tratamentos a espiga de maior peso foi observada no tratamento 120, ou seja, 120% da ETo. Demonstrações na Figura (10). Da mesma forma, Santos *et al.* (2023) notaram que lâminas de irrigação (0; 50, 100, 150 e 200% da ETc) surtiu efeito significativo para as variáveis diâmetro de espiga sem palha e peso de espiga com palha, em que as melhores respostas foram obtidas nas maiores lâminas aplicadas.

Figura 10- Peso da matéria seca das espigas no período de 120 dias do desenvolvimento milho



Fonte: Autora, 2023.

Para a variável DB, em todas as avaliações (30, 60, 90 e 120 dias), as médias não foram significativas. Que condiz com a experiência de Santos (2023) que trabalhando com manejo de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio na cultura do milho verde, relata que diâmetro do colmo e diâmetro de espiga com palha não foram influenciadas pelas lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. Com relação ao NF em todas as avaliações (30 e 120 dias) as médias não foram significativas, corroborando com Coelho (2013) que estudando quatro condições de estresse hídrico (16,6; 22,4; 31,1 e 45,2 Kpa) para manejo de milho transgênico e convencional não encontrou diferença estatística entre os milhos na análise foliar de macro e micronutrientes. Foi feita avaliação do potencial hídrico da folha (Ψ), comprimento da raiz principal por fita (RF) e taxa de crescimento absoluto (TCA) aos 120 dias, mas as médias não foram significativas.

5. CONCLUSÃO

O milho teve melhor crescimento com 120% da necessidade hídrica, reduzindo o crescimento com a aplicação da lâmina inferior. A altura teve maior desempenho a partir de 80% da ETo, ou seja, quantidades de água acima de 6,1 L/planta propiciaram melhor resposta em altura mesmo em estresse, assim como peso de espiga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agro meteorológico**. Zoneamento de Risco Climático: São João Evangelista-MG, 2014. Disponível em: http://www.agritempo.gov.br/zoneamento/tabelas/MG/SAO_JOAO_EVANGELISTA_G.HTML
- ALBUQUERQUE, P. E. P. **Manejo de irrigação na cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição Set./2010.
- ALBUQUERQUE, P.E.P. de; RESENDE, M. **CULTIVO DO MILHO. Manejo de Irrigação**. Sete Lagoas, MG. Dez., 2002. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 47).
- ALCÂNTARA, K. F. de. **A origem do milho na América Latina, história, mitos e seu uso no México e no Brasil**. Universidade Federal do Ceará, Instituto de cultura e Arte, Curso de Gastronomia, Fortaleza, 2019.
- ALVARES, C. A. et al. **Koppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, (published online January 2014) 2013.
- ASTOLPHO, F. **Estimativa e mapeamento de probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas do ar adversas à agricultura paulista**. 2003. 99f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo, IAC, Campinas.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996. Disponível em: <https://www.infoescola.com/geografia/classificacao-climatica-de-koppengeiger/>
- BASTOS FILHO, G. S. **Programa nacional de zoneamento agrícola**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria De Política Agrícola. PORTARIA Nº 464, DE 08 DE OUTUBRO DE 2021. Portaria publicada no D.O.U do dia 13 de outubro de 2021, seção 1.
- BERGAMASHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MULLER, A.G. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n.9, p.831-839, 2004.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola/** organizador José Eduardo B. A Monteiro. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.: il.

- BERGAMASCHI, H. e MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS- Ascar, 2014. 84 p.: il.
- BERGOCI, J. I. et al. **Potencial de água na folha como indicador de déficit hídrico em milho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília: DF. v.35, n.8, ago. 2000.
- BERGAMASCHI, H. e MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p.: il.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa, UFV, 2006. 625 p.
- BIANCHO, L. E.; SOUZA, R. N. de; DONATONI, K. A. P.; SOUZA, H. N. de; CARVALHO, J. B. de; NAKAO, A. H. **Manejo da Irrigação e da Adubação Nitrogenada em Cultivo de Milho Safrinha**. UNIFUNEC CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR, Santa Fé do Sul, São Paulo, v. 11, n. 13, p. 1–15, 2022.
- BORGES, W. B. & MAIA, C. **Manejo de irrigação com base na evapotranspiração para redução do consumo de água**. Universidade do Rio Verde. Rio Verde: GO, 2016.
- BRASIL. **Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013**. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação; altera o art. 25 da Lei no 10.438, de 26 de abril de 2002; revoga as Leis nos 6.662, de 25 de junho de 1979, 8.657, de 21 de maio de 1993, e os Decretos-Lei nos 2.032, de 9 de junho de 1983, e 2.369, de 11 de novembro de 1987; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12787.htm
- CARDOSO, V. J. M. e COSTA, F. A. P. L. **Por que as plantas transpiram?** Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho- UNESP, Departamento de Botânica, Naturalia (eISSN:2177-0727) Rio Claro, SP. v.35, p. 1-6, 2012.
- CARVALHO, D. F. de et al. **Espacialização do período de veranico para Diferentes níveis de perda de produção na cultura do milho, na bacia do rio verde grande, MG**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, DEAg/UFPBv.4, n.2, p.172-176, 2000.
- CARVALHO, I. R. et al. **Demanda hídrica das culturas de interesse agrônomo**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia-GO, v.9, n.17, 2013.
- CIAMPITTI, I. A.; ELMORE, R. W.; LAUER, J. **Fases do Desenvolvimento da Cultura do Milho**. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, 2016.

- COELHO, C. C. R. et al. **Aspectos eco fisiológicos e crescimento em plantas de milho submetidas ao alagamento**. Revista Agroecossistemas, v.5, n. 2, 41-46 p., 2013. <https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/1797>
- COELHO, H. A. **Diferentes condições de estresse hídrico no desenvolvimento de milhos transgênico e convencional**. 2013. vii, 93 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2013.
- CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise mensal milho**. v. 1 - Safra 2020/21, Brasília: DF, p. 1-7, abril/maio- 2020.
- CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de grãos**. Brasília, v.10 – Safra 2022/23 n.4 - Quarto levantamento, janeiro 2023.
- COSTA, J. R. da; PINHO, J. L.N. de; PARRY, M. M. **Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, p. 443-450, 2008.
- CRUZ, J.C. **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Coleção 500 perguntas, 500 respostas. EMBRAPA/Brasília, p. 338, 2011.
- CRUZ, R. F. D. da. **Indução e recuperação do estresse hídrico em variedades portuguesas de milho**. Braga: Universidade do Minho, 2006. Dissertação Mestrado.
- CRUZ, J. C. (Ed.) **Características ambientais Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Embrapa. Sistemas de Produção 1, Cultivo do Milho. Ed. 3. Brasília, DF. Nov./2007.
- CRUZ, J. C. et al. **Cultivo do milho**. Embrapa Milho e Sorgo Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6 Ed. Set./2010.
- (b) CRUZ, J. C. et al. **Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.2, p.177-188, 2010.
- CRUZ, N. T.; PORTO, E. M. V.; RAMOS, B. L. P.; SANTOS, H. P.; SEIXAS, A. A.; SANTOS, A. P. da S.; **Germinação e desenvolvimento de sementes de dois híbridos de milho sob estresse hídrico**. Revista Científica Rural, v.23, n.1, p.110-123, 2023.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa. **Mancha-foliar-de-Phaeosphaeria: fungo ou bactéria?** / Ricardo Marcelo Gonçalves ... [et al.]. – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 36 p.: il. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 79).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. **Cultivo de Milho**. Ed. 9. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1. Parque Estação Biológica - PqEB s/nº. Brasília, DF. ISSN 1679-012X. Nov/2015.

GIORGI NETO, Ronald Otto. **Polinização na Produção de Híbrido Simples de Milho: Ação de Fatores Edafoclimáticos**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

HANWAY, J.J. **Growth stages of corn (*Zea mays* L.)**. Agronomy Journal, Madison, v. 55, n. 5, p. 487-492, 1963.

Informativo técnico. **Listagem de cultivares, empresas e informações técnicas safra e safrinha 2021-22**. Programa Troca-Troca de Sementes de Milho e Sorgo. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, Emater/ RS. Porto Alegre – RS, 2021.

KIRCHNER, J. H. **Influência de diferentes lâminas de irrigação na produção de sorgo forrageiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). 2016. - Universidade Federal de Santa Catarina em Engenharia Agrícola, Santa Maria, RS, 2016.

LIMA, L. O. B. **Características agrônomicas e valor nutricional de genótipos de sorgo forrageiro**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2014. 41 p.

LIMA, L. S. de. C. F. et al. **Trocas de sementes crioulas de milho no Sudoeste Paulista**. Cadernos de Agroecologia –ISSN 2236-7934 -Anais do 1º Congresso Online Internacional de Sementes Crioulas e Agrobiodiversidade -Dourados, Mato Grosso do Sul-v. 15, nº. 4, 2020.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento- MAPA, Sete Lagoas/ MG, Circular Técnica 76, p. 110, dez. 2006.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas. EMBRAPA CNPMS, 2003. 4 p. (Boletim técnico-86).

MENEGHETTI, A. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise química de plantas, solo e fertilizantes** [Recurso eletrônico] / Adriana Maria Meneghetti– Curitiba: EDUTFPR, 2018. 252 p.: il.

NASCIMENTO, F. W. **Efeitos da temperatura sobre a soja e milho no estado de Mato Grosso Do Sul**. Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia. Programa De Pós-Graduação Em Agronegócios. Dissertação Mestrado. Dourados -MS, fev. 2016.

- NIELSEN, R. L. **Kernel set scuttlebutt**. Corny News Network Articles, Purdue University, Aug. 2005. Disponível em: <https://www.agry.purdue.edu/ext/corn/news/articles.05/kernelset-0809.html>
- OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022), “**Cereals**”, in OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031, OECD Publishing, Paris. DOI: <https://doi.org/10.1787/0f858aab-en>
- PARIZI, A. R. C. **Funções de produção das culturas de milho e feijão através de estudo experimental e simulado**. Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, 2010.
- RAMOS, A.; BOVI, M.L.A.; FOLEGATTI, M.V. **Desenvolvimento vegetativo da pupunheira irrigada por gotejamento em função de diferentes níveis de Depleção de água no solo**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 1, p. 28-33, março 2002.
- RITCHIE, S.W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).
- SALAMONI, A. T. **Apostila de aulas teóricas de fisiologia vegetal**. Universidade Federal De Santa Maria UFSM/ CESNORS – Frederico Westphalen. Departamento De Engenharia Florestal. 2008.
- SANS, L.M.A. **Influência dos atributos climáticos na implantação do milho e sorgo em safrinha**. X Seminário Nacional de Milho Safrinha. Rio Verde: GO. 2009.
- SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2. ISSN 1679-012X Versão Eletrônica – 3 a edição. Set/ 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69840/1/Clima-solo.pdf>
- SANTOS, M. D. S. dos; BARRETO, J. A. S.; ARAUJO, M. D. R.; SANTOS, L. V.; ALVES, T. N. B.; COSTA, K. C. da; SANTOS, D. P. dos; BARBOSA, M. de S.; SILVA, C. B. da; SANTOS, M. A. L. dos. **Manejo de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio na cultura do milho verde**. Seven Editora, [S. l.], 2023.
- SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; LEAL, B. G. **Relações clima-água-planta**. In: FARIA, M. A.; SILVA, E. L.; VILELA, L. A. A.; SILVA, A. M. (Eds.). Manejo de irrigação. Poços de Caldas, MG: UFLA/SBEA, 1998. p. 46-85.
- Serviço Nacional de Aprendizagem Rural- SENAR. **Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café**. – Brasília: Senar, 2018. 100 p.; il. – (Coleção SENAR 216).
- SILVA E. C. da, NOGUEIRA R. J. M. C., AZEVEDO NETO A. D. de, SANTOS V. F. dos. **Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies**

lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. Acta Bot Bras [Internet]. 2003Apr;17(Acta Bot. Bras., 2003 17(2)).

SILVA, F. A. da. **Produção de milho para ensilagem e espigas verdes em função de períodos de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional.** Tese. Mossoró, RN: 2013. 86f.

SILVA, M. A. V. et al. **Época de semeadura do milho para a região de Sete Lagoas, MG, baseada na probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos.** Ver. Ceres, Viçosa: MG, v. 57, n.4, p. 454-458, jul/ago, 2010.

SILVA, M.R. R. da et al. **Influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agronômicas e produtividade de milho.** Irriga, Ilha Solteira, v. 1, n. 01, p. 170–180, 2012.Disponível em: <https://doi.org/10.15809/irriga.2012v1n01p170>.

SOUZA, W. C. L. de et al. **Aspectos comparativos entre milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench):diferenças e semelhanças.** Diversitas Journal. Santana do Ipanema/AL. vol.5, n. 4, p.2337-2357, out./dez.2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal** [recurso eletrônico]; [tradução: Alexandra Antunes Mastroberti ... et al.] ; revisão técnica: Paulo Luiz de Oliveira. – 6. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, P. C., Donagemma G. K., Fontana A., and Teixeira W. G. "**Manual de métodos de análise de solo.**" Brasília: Embrapa (2017): 573.

TELES, G. C. **AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA E CRESCIMENTO DE PIMENTA-DO-REINO (*Piper nigrum* L.) COM DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO.**2020. 64 f. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Instituto de Agronomia, Seropédica, RJ, 2020.

VIEIRA JUNIOR, P. A. et al. **Potencial e a temperatura da folha de plantas de milho e sorgo submetidas a estresse hídrico.** Acta Sci. Agron. Maringá, v. 29, n. 4, p. 555-561, 2007.

Anexos

Figura a- Análise de rotina do solo da horta do IFMG



LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

Campus São João Evangelista

		pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(l)	(T)	V	m	MO	P-Rem
Nº	Ref.	H ₂ O	mg/dm ³						cmol/dm ³			%		dag/kg	mg/L
6458	Amostra 01 - 0 a 20cm	6.2	574.02	258	5.53	1.06	0	1.74	6.62	6.62	8.36	79.21	0	1.99	38.37
6459	Amostra 02 - 20 a 40 cm	6.3	276.68	240	4.12	0.78	0	1.54	4.93	4.93	6.47	76.22	0	1.29	34.22

pH em água - Relação 1:2,5

P - K - Extrator Mehlich 1

Ca - Mg - Al - Extrator: KCl 1N

H + Al - Extrator: SMP

SB = Soma de bases trocáveis

CTC (l) - Capacidade de troca catiônica efetiva

CTC (T) - Capacidade de troca catiônica a pH 7,0

V = Índice de saturação de bases

m = Índice de saturação de Alumínio

P-rem = Fósforo remanescente

Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO 10N

Página 1 de 1

Técnico responsável

Fonte: Autora, 2023.

Figura b- Análise de micronutrientes e textura do solo da horta do IFMG



LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

Minas Gerais
Campus São João Evangelista

Cliente: Ninfá Ribeiro Pedroso	Data: 12-05-2022
E-mail: ninfaspedroso@gmail.com	Telefone: 33 988322849
Cidade: São João Evangelista	Estado: MG
Endereço:	Bairro:

Protoc.	Referência	Micronutrientes			
		Cu	Fe	Mn	Zn
6458	Amostra 1 0-20 Horta	5,27	191,0	29,3	60,8
6459	Amostra 2 20-40 Horta	3,20	202,0	51,9	47,3

Observações:
Cu, Fe, Mn e Zn: Extrator Mehlich-1.



LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

Minas Gerais
Campus São João Evangelista

Cliente: Ninfá Ribeiro Pedroso	Data: 28/04/2022
E-mail: ninfaspedroso@gmail.com	Telefone: 33 988322849
Cidade: São João Evangelista	Estado: MG
Endereço:	Bairro:

Protoc.	Referência	Textura		
		Areia	Argila	Silte
6458	Amostra 1 (0-20cm) Horta	60,6	31,3	8,1
6459	Amostra 1 (20-40cm) Horta	58,1	34,5	7,4

Observações:
Areia, Argila e Silte: Método da pipeta.


 Valdevino Pereira Silva
 (Técnico responsável)
 Valdevino Pereira Silva
 Coord. Laboratório de Solos
 Portaria IFMG-SJE nº 400/2016


 Ari Medeiros Braga Neto
 Técnico de Laboratório / Agente de
 SANEAMENTO



Fonte: Autora, 2023.

Figura c- Análises de água consumida, diâmetro do hipocótilo e lavagem de raízes.



Fonte: Autora, 2023.

Figura d- Pesagem da adubação e do volume de água.



Fonte: Autora, 2023.