

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS - *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Ninfa Ribeiro Pedroso

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO SORGO (*SORGHUM
BICOLOR* (L.) MOENCH) SOB DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E ESTRESSE
HÍDRICO**

São João Evangelista

2024

NINFA RIBEIRO PEDROSO

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO SORGO (*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH) SOB DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E 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. Dr. Mateus Marques Bueno.

São João Evangelista

2024

P372a Pedroso, Ninfa Ribeiro.

Avaliação do desenvolvimento da cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob diferentes lâminas de água e estresse hídrico. /Ninfa Ribeiro Pedroso – 2024.

22f.: il.

Orientador: Dr. Mateus Marques Bueno.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2024.

1. Produtividade. 2. Crescimento vegetal. 3. Pastagem. I. Pedroso, Ninfa Ribeiro. II. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 633.2

Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/003378/P

Ninfa Ribeiro Pedroso

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO SORGO (*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH) SOB DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E 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.

Aprovado em: 14/03/2024 pela banca examinadora:



Documento assinado digitalmente
MATEUS MARQUES BUENO
Data: 12/04/2024 09:03:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Mateus Marques Bueno (Orientador)
Instituto Federal Sul de Minas - IFSULDEMINAS



Documento assinado digitalmente
ALISSON JOSE EUFRASIO DE CARVALHO
Data: 27/04/2024 08:35:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Alisson José de Eufrásio de Carvalho
Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG



Documento assinado digitalmente
RAFAEL CARLOS DOS SANTOS
Data: 23/04/2024 10:52:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo, obrigada pelo zelo e presença durante toda essa jornada, não tenho palavras para expressar toda a minha gratidão, tua bondade e misericórdia me acompanharão todos os dias Sl. 23:6.

A minha família, meus pais Maria do Rosário e Gênesis Costa, minha irmã Kálita, meu irmão Natanael, meu avô, tios, tias e primos por todo apoio, cuidado e orações, minha gratidão.

A família que me apoiou durante esse período, Irmã Edlamar, Pr. Manoel Vítor e suas filhas Cíntia, Camila e Carol minha gratidão.

A todos meus irmãos da minha igreja que congregava e também aos irmãos da minha igreja local, obrigada pelas orações.

Ao meu orientador Mateus Bueno, muito obrigada por todo o apoio, para o desenvolvimento deste trabalho, por todo o conhecimento compartilhado.

A minhas amigas Fabiana Carolina, Eliete Alves, por toda ajuda e a todos meus amigos e amigas que conquistei durante esses anos.

A equipe Geração Renovar Juliana Terezinha, Luana Kássia, Marcilene Soares, Wesley Nogueira, muito obrigada pela amizade.

A todos os professores do curso de Agronomia do IFMG, pelos conhecimentos ministrados.

Aos servidores, Adair, Geraldo (Lado), Ricardo, Lucas, Alisson Eufrásio, Ivan Fontan, João Paulo, por toda contribuição.

A todos que cooperaram para a realização deste trabalho.

RESUMO

No cenário da agricultura mundial, e principalmente no Brasil, procura-se cada vez mais a elaboração de novas tecnologias para a utilização do recurso hídrico de maneira sustentável. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Minas Gerais, no *Campus* São João Evangelista. O trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e produção do sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), submetido a diferentes lâminas de irrigação e estresse hídrico. Foram avaliados parâmetros fisiológicos: a altura do colmo (AC), diâmetro do colmo (DC), volume de água consumido pela cultura (VA), taxa de crescimento absoluto (TCA), massa seca total (MST), massa úmida total (MUT), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), as avaliações feitas foram aos 30, 60, 90 e 120 dias após a emergência (DAE). O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco blocos e quatro tratamentos, representados pelas lâminas 60%, 80%, 100% e 120%, a reposição ocorreu semanalmente, utilizando como referência a lâmina de 100%, mensurada através da balança de precisão. O sorgo foi plantado em vasos de polietileno, preenchidos com 12 kg de solo, totalizando vinte tratamentos. Foram realizadas duas reposições, durante o experimento a partir da Capacidade Máxima de Retenção de Água (CMRA). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste de F ($p < 0,05$) com auxílio do programa Sisvar 5.6, e as médias de tratamentos submetidas à análise de correlação, utilizando-se as ferramentas Excel, Libreoffice. Para a quantificação do volume de água, utilizou-se a análise de regressão linear com o uso da ferramenta Excel, correlacionando as variáveis com o volume total de água consumida. As lâminas influenciaram nos resultados, tendo melhores produtividades nas lâminas de 100% e 120%, apesar do estresse hídrico durante os estádios fenológicos.

Palavras-chave: Produtividade. Crescimento vegetal. Pastagem.

ABSTRACT

In the global agricultural scenario, and especially in Brazil, there is an increasing demand for the development of new technologies to use water resources in a sustainable manner. The experiment was carried out at the Federal Institute of Minas Gerais, on the São João Evangelista *Campus*. The aim of the work was to evaluate the growth and production of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), subjected to different irrigation depths and water stress. Physiological parameters were evaluated: stem height (AC), stem diameter (DC), volume of water consumed by the crop (VA), absolute growth rate (TCA), total dry mass (MST), total wet mass (MUT), shoot dry matter mass (MSPA), assessments were made at 30, 60, 90 and 120 days after emergence (DAE). The experimental design was in randomized blocks (DBC), with five blocks and four treatments, represented by slides 60%, 80%, 100% and 120%, replacement occurred weekly, using the 100% slide as a reference, measured through the precision scale. Sorghum was planted in polyethylene pots, filled with 12 kg of soil, totaling twenty treatments. Two replacements were carried out during the experiment based on the Maximum Water Retention Capacity (CMRA). The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) using the F test ($p < 0.05$) with the aid of the Sisvar 5.6 program, and the treatment means were subjected to correlation analysis, using the Excel and Libreoffice tools. To quantify the volume of water, linear regression analysis was used using the Excel tool, correlating the variables with the total volume of water consumed. The slides influenced the results, with better productivity in slides of 100% and 120%, despite water stress during the phenological stages.

Keywords: Productivity. Plant growth. Pasture.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 Cultura do Sorgo.....	9
2.2 Importância Econômica.....	9
2.3 Características da cultura.....	10
2.4 Estresse hídrico e necessidade hídrica do sorgo forrageiro.....	12
3. METODOLOGIA.....	13
3.1 Avaliações.....	15
3.2 Análise Estatística.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
5. CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS.....	20

1. INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) é uma pastagem planta pertencente à família das poaceas, muito utilizadas em alguns países, principalmente no Brasil. Conforme Sousa *et al.* (2017), a cultura possui várias qualidades na alimentação animal, também elevadas taxas fotossintéticas e quando comparada a outras culturas, se destaca mais tolerante ao déficit hídrico.

Diante do cenário da agricultura mundial, procura-se cada vez mais o conhecimento e tecnologias para elaboração na aplicação dos recursos hídricos e conservação do meio ambiente sem prejudicar o desenvolvimento e produtividade das culturas. Nesse sentido, é fundamental conhecer a necessidade hídrica de cada cultura evitando o desperdício de água ou a ocorrência de déficit hídrico indesejável ao longo do desenvolvimento vegetal (TELES, 2020).

O déficit hídrico é caracterizado pela redução do conteúdo de água, diminuição do potencial hídrico e perda de turgor, fechamento de estômatos e diminuição do crescimento celular (D'ADDAZIO, 2017). Outros parâmetros também podem ser afetados pelo déficit hídrico, como índice de área foliar, teor de clorofila e eficiência do uso da água (Nascimento *et al.*, 2015). Dessa forma, a demanda hídrica necessária para a obtenção de elevadas produtividades na cultura do sorgo é de 380 a 600 mm (Von Pinho *et al.*, 2007). Entretanto, a cultura tem maior resistência ao déficit hídrico do que o milho, mas não tolerante a estiagem como divulgava, porém para altas produtividades é necessário manejo e tratos culturais (DUARTE, 2012).

De acordo com Kirchner (2016), é fundamental o conhecimento da lâmina de irrigação adequada para que na implantação da cultura do sorgo forrageiro, reduzindo as perdas de água, e também a capacidade da eficiência na relação da cultura e a lâmina de água. Essas informações poderão contribuir para o crescimento do setor produtivo e auxiliar os estudos na área de pastagens.

Portanto, o trabalho teve como objetivo geral, avaliar o desenvolvimento da cultura do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob diferentes lâminas de água submetidas a estresse hídricos. Além disso, objetivou-se também determinar qual a lâmina de água propicia melhores produtividades no sorgo forrageiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Sorgo

O sorgo é uma gramínea, gênero *Sorghum* e a espécie cultivada é *Sorghum bicolor*. A cultura tem origem na África tropical e em algumas regiões da Índia (Buso et al., 2011). Por ser provinda de regiões tropicais, apresenta várias características de adaptações em ambientes quentes.

Conforme Rosa (2012, p.01), destaca alguns estados brasileiros que iniciaram a implantação da cultura na década de 70, Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia e Paraná. Em outros estados como Minas Gerais, tem sido uma opção de plantio de safrinha ou segunda safra. A região Centro-Oeste do Brasil, destaca por ser uma das maiores áreas de cultivo do sorgo, em Minas Gerais e no Rio Grande do Sul, com maior produção de sorgo forrageiro e sorgo granífero respectivamente.

De acordo com o 10º Levantamento de Safras da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab divulgado em julho/2023, a estimativa para a safra 2022/23 é de uma produção de 4.432,5 milhões de toneladas, produtividade de 3.175 kg.ha⁻¹ e área plantada de 1.395,9 mil hectares.

Conforme Martini et al., (2019), a pastagem é utilizada para potencializar o sistema de produção e também auxiliar a produção pecuária de bovinos de corte, por serem cultivadas em estações quentes, e apresentarem um mecanismo C4, com altas taxas fotossintéticas. No contexto da agropecuária brasileira, é uma cultura importante por ser uma gramínea bastante energética, com alta digestibilidade, produtividade e adaptação a ambientes secos e quentes, se destacando quando comparados a outros cereais. Também se destina a utilização na silagem ou corte verde, para pastejo e os grãos, em rações animais e para o consumo humano (Buso et al., 2011).

2.2 Importância Econômica

Nas culturas agrícolas, o sorgo possui qualidades e eficiências, nos processos fotossintéticos e na etapa do desenvolvimento do fruto, com a rapidez da maturação. A panícula é um componente que influencia positivamente na qualidade da silagem, assim quanto maior a porcentagem de panícula na estrutura da planta melhor o valor nutricional da silagem (Buso et al., 2011). Nesse mesmo trabalho foi observado que o estágio de maturação

avança, ocorre aumento na quantidade de amido no grão, resultante da conversão de carboidratos solúveis que estavam armazenados no colmo.

De acordo com Ribas (2008), o aproveitamento desta cultura vai desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal, como matéria prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas e tintas. Segundo o mesmo autor, assim como suas panículas podem ser utilizadas para produção de vassouras; de seus colmos pode ser extraído o açúcar; entre inúmeras aplicações de sua forragem na nutrição e suplementação de ruminantes.

Como aponta Araújo (2020), a comercialização da silagem na forma de movimento do silo, auxilia na renda de algumas propriedades produtoras de forragem, que reinvestem os lucros, os valores de R\$ 250,00 até R\$ 400,00 reais a tonelada de matéria verde, em razão dos processos de ensilagem e possibilitando a qualidade do produto para a comercialização.

O maior consumo de grãos de sorgo no Brasil está na avicultura e suinocultura. Ademais, na alimentação de bovinos, equinos e pequenos animais. A silagem de sorgo e o pastejo são consumidas para rebanhos de corte e de leite (RIBAS, 2008).

O valor nutritivo das plantas é afetado por fatores fisiológicos, morfológicos e ambientais, visto que, no caso das plantas forrageiras, o declínio do valor nutritivo, associado ao aumento da idade, normalmente é explicado como o resultado da maturidade da planta e, conseqüentemente, aumento da lignificação, afetando a digestibilidade (VILELA et al., 2005).

Com base na revista Food Ingredients Brasil (FiB, 2017), na composição do sorgo encontram-se vitaminas do complexo B, vitamina C, vitamina E e minerais, como cálcio, ferro, magnésio, fósforo, potássio, zinco e sódio, que intervêm de maneira positiva no processo de digestão e aproveitamento das proteínas e carboidratos consumidos pelos indivíduos. O valor nutricional do sorgo varia entre as cultivares, sendo influenciado, também, pelas condições do ambiente onde é cultivado. O amido é o principal componente dos grãos, seguido por proteínas, polissacarídeos não amiláceos e lipídios.

2.3 Características da cultura

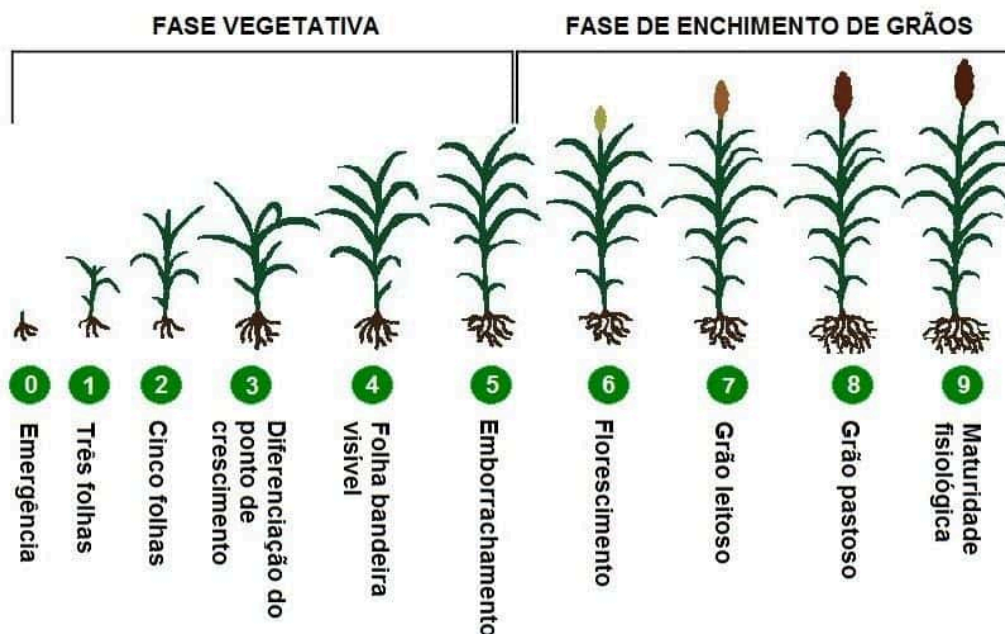
A cultura do sorgo apresenta características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca. Algumas variedades são adaptadas a diferentes climas, em baixas temperaturas, desde que nessas regiões ocorra um período de estiagem, com condições que permitem o estabelecimento da cultura (LANDAU e SANS, 2012). O ciclo vegetativo do sorgo depende do cultivar selecionado, sendo algumas delas sensíveis ao fotoperíodo, porém a maioria completa o seu ciclo entre 90 e 120 dias (MELLO, 2003).

Agronomicamente, conforme Amaral (2014), os sorgos são classificados em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte; vassoura. Esses grupos diferenciam-se através das estruturas vegetais, na proporção de colmo, folhas e panículas, na produção de matéria seca por hectare, na composição bromatológica e no valor nutritivo, o sorgo forrageiro apresenta um grande número de cultivares, capaz de produzir em uma grande variedade de solos.

Sorgo é uma gramínea, originária de regiões tropicais, por isso, exigente em clima quente para poder ter um alto rendimento. O cultivo em baixas temperaturas, não prosperam, sendo assim, no Brasil, o indicado para realização do cultivo e em temperaturas médias acima de 20° C (RIBAS, 2008). Segundo Ribas (2010), a planta destaca-se pela adaptação em solos com condições de baixa fertilidade, déficit hídrico e em regiões áridas e semiáridas, quando comparadas a outros cereais.

Os estádios de desenvolvimento (EC), na Figura 1, são divididos em três estádios de crescimento, EC1 (o primeiro estágio das culturas, do plantio ao apontamento da panícula), nesse período é essencial que ocorra uma aceleração da germinação, emergência e a plântula. No estágio seguinte, (EC2) que estende do surgimento da panícula ao florescimento, durante essa parte do ciclo, quando são atingidas por alguns fatores podem prejudicar a produtividade. No terceiro estágio de crescimento (EC3), a floração à maturidade fisiológica, esse intervalo é considerado fundamental para o emborrachamento dos grãos, além disso, a transição do grão leitoso para grão pastoso, nessa fase pode ser realizado a produção de silo (EMBRAPA, 2008).

Figura 1 - Estágios de desenvolvimento do Sorgo



Fonte: (Traduzido de United Sorghum Checkoff Program)

2.4 Estresse hídrico e necessidade hídrica do sorgo forrageiro

O déficit hídrico é caracterizado pela redução do conteúdo de água, diminuição do potencial hídrico e perda de turgor, fechamento de estômatos e diminuição do crescimento celular, os efeitos podem afetar os processos de desenvolvimento do vegetal (D'ADDAZIO, 2017). Em situação de déficit hídrico irá reduzir a taxa de fotossíntese, em alteração do metabolismo, em consequência ocorrerá a senescência da planta (JALEEL et al., 2009; FAROOQ et al., 2009; D'ADDAZIO, 2017). O estresse hídrico, pode causar uma redução na expansão e divisão celular, sendo a expansão celular um dos processos mais afetados, inibindo o crescimento do caule (TAIZ et al., 2017).

A planta de sorgo é alternativa para sistemas de sucessão de culturas e em áreas com baixa precipitações, pela versatilidade de adaptação, em ambientes difíceis para a produção de certas espécies (TARDIN et al., 2012). Assim, o sorgo precisa de 330 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca, já o milho 370 kg de H₂O/kg de matéria seca e o trigo 500 kg H₂O/kg de matéria seca (MAGALHÃES & DURÃES, 2003).

As fases de desenvolvimento EC2 e EC3, são mais afetadas pela falta de água no cultivo, no EC2 atinge o desenvolvimento das panículas, folhas e sementes. Essas consequências estão relacionadas a vários fatores, como a redução da área foliar, uma alta

resistência estomática entre outros. No EC3, o desprovisionamento de água pode atingir a produtividade dos grãos e a senescência foliar (Embrapa, 2012).

3. METODOLOGIA

O experimento 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, localizada em latitude em torno de 18°32'54.55"Sul e longitude de 42°45'57.24"Oeste, possuindo altitude média de 749 m, com clima Cwa, segundo Koppen-Geiger (Alvares et al., 2013). O plantio ocorreu no dia 29/03/2022 e o ciclo da cultura durou 120 dias.

O delineamento utilizado foi delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco blocos. Os tratamentos foram constituídos por quatro lâminas de irrigação suplementar devidamente ajustadas pela capacidade evapotranspirativa, 60%, 80%, 100% e 120% da evapotranspiração de referência (Tabela 1).

Tabela 1 - Delineamento experimental

Bloco 1	S6	S8	S10	S12
Bloco 2	S12	S10	S8	S6
Bloco 3	S8	S12	S6	S10
Bloco 4	S12	S6	S10	S8
Bloco 5	S10	S8	S12	S6

Legenda: S, cultura do sorgo; Os números 6, 8, 10 e 12: são as lâminas de água adicionadas respectivamente 60%, 80%, 100% e 120%. Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A cultivar utilizada foi a SHS 570 Astral, um híbrido próprio para silagem com alta produção de massa verde e boa participação de grãos. Tendo algumas características como ciclo precoce, o grão com formato grande e sem tanino com coloração avermelhado, tendo em vista uma excelente resposta ao investimento, possuindo uma arquitetura normal, apresentando uma planta com altura de 2,70 a 3,00 m.

Tabela 2 - Caracterização da fertilidade do solo utilizado no experimento da camada de 0 a 20 cm.

Camada	pH	P	K	Ca	Mg	A _l	H+A _l	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-Rem
	H ₂ O	mg.dm ⁻³	Cmol.dm ⁻³								%		dag.kg ⁻¹	mg/L
0 a 20 cm	6,2	574,02	25,8	5,53	1,06	0	1,74	6,62	6,62	8,36	79,21	0	1,99	38,37

Legenda: pH - Potencial Hidrogeniônico, M.O - Matéria Orgânica; P - Fósforo; K - Potássio; Mg - Magnésio; Al³⁺ - Alumínio; H+ + Al³⁺ - Hidrogênio + Alumínio; SB - Soma de Bases; CTC - Capacidade de troca catiônica.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

O substrato utilizado foi um solo coletado na própria instituição, e a uma amostra foi encaminhada para análise química no laboratório de solos do IFMG-SJE (Tabela 2). O solo foi retirado, na profundidade de 0 a 20 cm, com o auxílio de um trado, cavadeira ou enxadão, baldes e sacolas plásticas. As adubações foram realizadas, com base no manual de recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª aproximação (RIBEIRO *et al.*, 1999). Aplicando 24,5 g de Sulfato de amônio / planta e 3,62 g de Cloreto de potássio KCl.planta⁻¹ em cobertura. Utilizou-se 20 vasos de polietileno, cada vaso possuindo um volume 15 dm³, preenchidos com 12 kg de solo, dispostos com 1,0 m por 1,5 m de espaçamento (Figura 2).

Figura 2 - Experimento sendo conduzido



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Na sequência foram adicionadas a metade da capacidade de retenção de água 2 litros de água por vaso. Para a determinação da capacidade de retenção de água no solo, foi coletadas algumas amostras, transportada em embalagem impermeável, vedadas e analisadas

no laboratório, procedimento adotado foi uma curva de retenção pelo método do papel-filtro, a partir desse método apresenta o nível de tensão de água no solo, com base no Manual de métodos de análise de solos (DONAGEMA, 2011), calculando o teor de umidade presente na amostra de solo, realizadas no laboratório do IFMG.

A reposição do volume de água, ocorreu toda semana, utilizando como referência os vasos com saturação 100% da capacidade de campo, mensurada através da balança de precisão, e repondo os outros vasos de forma proporcional com as lâminas (60, 80, 100 e 120%). A segunda reposição hídrica para elevação da umidade do solo à umidade da capacidade de campo, ocorreu nos 90 DAE (dias após a emergência), adicionada a capacidade total de retenção de 4 litros de água.

3.1 Avaliações

Todo material coletado e identificado foi colocado em estufa com circulação de ar forçado a 65°C por 72 horas, até atingir peso constante e posteriormente pesado em balança analítica para obtenção do peso de matéria seca das plantas. Algumas das avaliações realizadas foram a altura do colmo (AC), diâmetro do colmo (DC), volume de água consumido pela cultura (VA), taxa de crescimento absoluto (TCA), massa seca total (MST), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), massa úmida total (MUT). O diâmetro do colmo foi avaliado, com o uso de paquímetro digital, aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura.

A altura do colmo foi obtida pela mensuração nos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio através da medida do comprimento do colmo da base ao ápice de cada planta, com o auxílio de uma trena e régua. A temperatura da folha bandeira, a última folha do cabeçalho, que é mais curta que as folhas anteriores, foi medida nos 60, 90 e 120 dias, com o auxílio do termômetro a laser digital. A determinação da taxa de crescimento absoluto foi feita conforme Benincasa¹ (1988) (Equação 1):

$$TCA = \frac{A2 - A1}{t2 - t1} \quad (\text{Eq. 1})$$

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 reposição e quantidade do volume de água adicionado pela cultura, ocorreu toda semana, utilizando a análise de retenção de água no solo, para a determinação da

¹ BENINCASA, M.M.P. **Análise do crescimento de plantas: (Noções Básicas)**. Jaboticabal, FUNEP, 1988. 42 p. (Boletim Técnico 467a).

umidade, calculando a evapotranspiração de referência - ETo dos vasos, para reposição e quantificação realizou-se através da balança de precisão, repondo a quantidade de água conforme ETo de referência, as lâminas propostas (60, 80, 100 e 120%).

No final dos 120 dias, foram avaliados o potencial hídrico da folha (Ψ), para essa avaliação foi utilizado o método da bomba de pressão ou de SCHOLANDER e também foi avaliado o comprimento da raiz, pelo scanner no laboratório do IFMG.

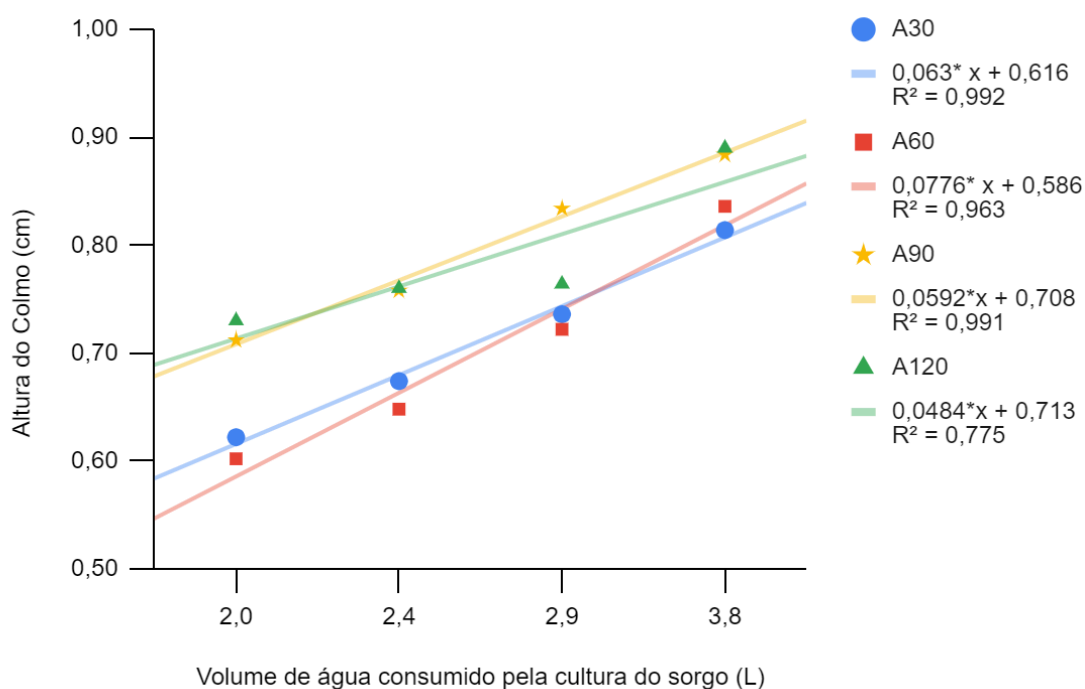
3.2 Análise Estatística

Após o término do experimento, os dados das medidas foram submetidos inicialmente a análise descritiva e, posteriormente realizou-se análise de variância (ANOVA), pelo teste de F ($P < 0.05$), e correlações, com auxílio das ferramentas do Excel, Libreoffice e do programa Sisvar 5.6 (Ferreira, 2019). Na análise de regressão linear foi empregado o programa Excel® versão 64.0.4.0, correlacionando as variáveis com o volume de água consumida.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O volume de água consumido pela cultura, nos tratamentos 60%, 80%, 100% e 120%, representa a quantidade 2,0; 2,4; 2,9; e 3,8 litros de água, respectivamente. No gráfico que representa a altura do colmo e o consumo de água (Figura 3), podemos observar com a linha de tendência linear, analisando os tratamentos sob a quantidade de água absorvida pela planta, que quanto maior a lâmina maior altura do colmo. Observando que o R-quadrado é 0,953, é um bom ajuste da linha de tendência aos dados.

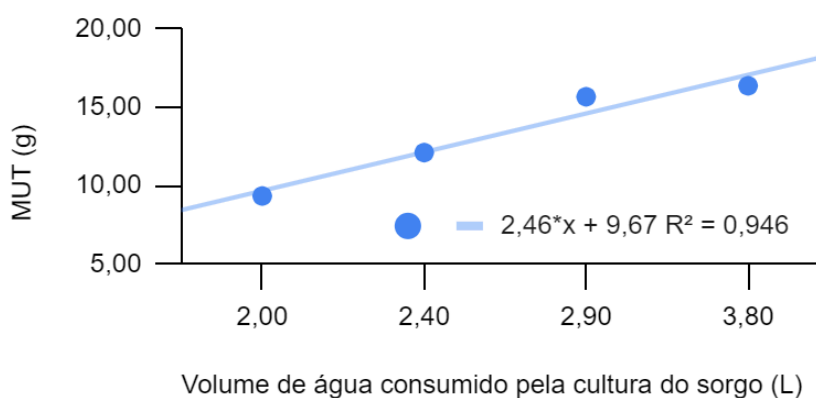
Figura 3 - Médias da altura do colmo, sob o volume de água consumido pela cultura do sorgo.



Fonte: Autora, 2023.

Na análise do efeito das lâminas sobre a massa úmida total (MUT) nos 120 dias, houve diferença estatística entre os tratamentos, conforme a figura 4 a equação que melhor se ajustou aos dados foi a de primeiro grau, com $R^2 = 0,946$, com a maior produtividade de massa úmida com 16,37 g a lâmina de 120%. Desse modo, é possível observar que quanto maior o fornecimento hídrico, maior foi o desenvolvimento pela cultura. Essa mesma avaliação foi realizada nos 30 dias, porém não houve resposta significativa dos tratamentos.

Figura 4 - Médias da matéria úmida total, sob o volume de água consumido pela cultura do sorgo aos 120 dias.



Fonte: Autora, 2023.

Na Tabela 3, o resumo da análise de variância do comprimento da raiz aos 120 dias, houve uma diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância do comprimento da raiz (cm) das plantas coletadas aos 120 dias.

FV	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	14749295.204	4916431.734	0.0445
Tratamentos	4	10807610.718	2701902.679	0.1580
Resíduo	12	16179044.454	1348253.704	
Total	19	41735950.378		

*significativo a 5 % de probabilidade.

Fonte: Autora, 2023.

Com base na literatura, o sorgo requer 330 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca, uma menor quantidade de água para desenvolver em relação a outros cereais, como o milho e trigo, observando os dados analisados as médias da matéria seca total e do peso da massa seca da parte aérea nos 120 dias, na cultura do sorgo, não houve uma diferença significativa. Nas avaliações realizadas para a determinação do estresse hídrico nos 120 dias, o diâmetro do colmo 30, 60, 90 e 120 dias, e as taxas de crescimento absoluto nos 120 dias, as análises de variâncias também não foram significativas.

5. CONCLUSÃO

Diante do presente trabalho, podemos concluir que os tratamentos que tiveram uma boa produtividade, variou entre a lâmina de 100% e 120%, sobre alguns dos parâmetros fisiológicos analisados. Com base nesses resultados, percebemos o quanto a água é fundamental para o desenvolvimento da cultura do sorgo.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMARAL, Gabriela Maldini Penna de Mascarenhas. **Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo 2011 37 062 em cinco idades**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). 2014 – Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2014.
- ARAÚJO, Ricardo Santos de. **Avaliação agronômica de cultivares de sorgo forrageiro no agreste paraibano**. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia) – Universidade da Paraíba, AREIA, 2020.
- BATISTA, Paulo Sérgio Cardoso. **Tolerância ao estresse hídrico em sorgo granífero**. 2018. 87 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 41 p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625p.
- BUSO, Wilian Henrique Diniz *et al.* **Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal**. Revista Pubvet, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia. Londrina, v. 5, n. 20, p.1-29, 2011.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileiro – grãos: Décimo levantamento, julho 2023 – safra 2022/23. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2023.
- D'ADDAZIO, Verônica. **Crescimento micelial de Fusarium solani f. sp. piperis e respostas de cultivares de pimenta-do-reino (Piper nigrum L.) ao estresse abiótico e biótico: biometria, fotossíntese, resistência e avaliação de produtos alternativos de controle da fusariose**. 2017. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Naturais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória - ES, 2017.
- DUARTE, J. O. Mercado e Comercialização. **Cultivo do sorgo**. Embrapa milho e sorgo. Sistemas de produção 2, ISSN 1679-012X. Versão Eletrônica – 8.ed. out./2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27071/1/Mercado-comercializacao.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2021.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 2011.
- EMBRAPA MILHO E SORGO. Apresentação. **Cultivo do sorgo**. Sistema de produção, 2. ISSN 1679-012X, Versão Eletrônica, 4.ed. set./2008. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3809&p_r_p_-996514994_topicoId=3530> . Acesso em: 10 out. 2021.

FAROOQ, M. *et al.* **Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management.** In: LICHTFOUSE, E. *et al.* (Eds). Sustainable Agriculture, p. 153-188, 2009.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823.

FIB, REVISTA FIB FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Sorgo Características Tecnológicas e nutricionais.** São Paulo: Editora FiHBA, n. 42, 2017.

JALEEL, C.A.; MANIVANNAN, P.; WAHID, A. *et al.* **Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition.** International Journal of Agriculture and Biology, v. 11, p. 100-105, 2009.

KIRCHNER, Jarder Henrique *et al.* **Funções de produção e eficiência no uso da água em sorgo forrageiro irrigadas.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v.14, n.2, e5646, 2019.

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

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES F. O. M. **Ecofisiologia da Produção de Sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 4, 2003.

MARTINI, Ana Paula Machado *et al.* **Características morfogênicas e estruturais do sorgo forrageiro submetido a lotação contínua com novilhos de corte suplementados.** ZOOTECNIA, Ciênc. anim. bras. 20. 2019.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G.; DAVID, D. B. Análise produtiva e qualitativa de um híbrido de sorgo interespecífico submetido a dois cortes. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, v.2, n.1, p.20-33, 2003.

NASCIMENTO, F. do N; BASTOS, E. A; CARDOSO, M. J; JÚNIOR, A. S. de A; RIBEIRO, V. Q. **Parâmetros fisiológicos e produtividade de espigas verdes de milho sob diferentes lâminas de irrigação.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.14, n.2, p. 167-181, 2015.

OLIVEIRO, Bruno de Souza. **Influência do uso de herbicidas sob as características de crescimento e produção do sorgo forrageiro (Sorghum bicolor (L.) Moench).** UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AREIA-PB, 2015.

RIBAS, P.M.A implantação da cultura. **Cultivo do sorgo.** Embrapa milho e sorgo. Sistemas de produção 2, ISSN 1679-012X. Versão Eletrônica – 4.ed. set./2008. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35404/1/plantio.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2021.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

ROSA, W. J. **Cultura do Sorgo**. Departamento Técnico da Emater–MG 2012. PEREIRA, A. V. **Seleção de Forrageiras**. Viçosa-MG CPT, 178P. 2007.

SOUSA, Paulo Gleisson Rodrigues de *et al.* **Efeito de diferentes lâminas de irrigação e cobertura do solo no crescimento da cultura do sorgo**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, CE, v.11, nº.4, p. 1528 - 1537, 2017.

SOUSA, Robson Aleksandro de *et al.* **Crescimento do sorgo em função da irrigação com água salobra e aplicação de compostos orgânicos**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, CE, v.12, nº.1, p. 2315 - 2326, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TARDIN, FLÁVIO DESSAUNE *et al.* Avaliação agronômica de híbridos de sorgo granífero cultivados sob irrigação e estresse hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 2, p. 102-117, 2013.

TARDIN, F. D.; MENEZES, C. B.; RODRIGUES, J. A. S.; COELHO, R. R. Embrapa milho e sorgo. Sistemas de produção 2, ISSN 1679-012X. Versão Eletrônica – 6.ed. set./2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27064/1/Cultivares.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

TELES, Gean Corrêa. **Avaliação fisiológica e crescimento de pimenta-do-reino (*Piper nigrum L.*) com diferentes lâminas de irrigação**. 2020. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto de Agronomia, Seropédica, RJ, 2020.

VILELA, H. *et al.* Efeito da idade da planta sobre o valor nutritivo da forragem durante cinco anos. In: ZOOTEC 2005, Campo Grande - MS. Anais [...]. Campo Grande-MS: UFMS, 2005.

VON PINHO, R. G. VASCONCELOS, R. C. BORGES, I. D. RESENDE, A. V. **Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura**. Bragantina, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007.