



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO ENGENHARIA AGRONÔMICA

AMANDA GISSELE DE SOUSA SILVA
KAYSSON BARBOSA MARQUES

**AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO (*Zea Mays*
L.) CULTIVADA EM SOLUÇÃO NUTRITIVA A BASE DE SORO DE LEITE**

ARAGUATINS, TO
2024

**AMANDA GISSELE DE SOUSA SILVA
KAYSSON BARBOSA MARQUES**

**AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO (*Zea mays*
L.) CULTIVADA EM SOLUÇÃO NUTRITIVA A BASE DE SORO DE LEITE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à
Coordenação do Curso de
Engenharia Agrônômica do
Instituto Federal do Tocantins –
Campus Araguatins, como
exigência à obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia
Agrônômica. Orientador: Prof. Dr.
Samuel de Deus da Silva.

ARAGUATINS, TO

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

S586a Silva, Amanda Gissele de Sousa
Avaliação Produtiva De Forragem Hidropônica De Milho (Zea Mays L.) Cultivada em Solução Nutritiva a Base De Soro De Leite / Amanda Gissele de Sousa Silva, Kaysson Barbosa Marques. – ARAGUATINS, TO, 2024.
38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônoma) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins, ARAGUATINS, TO, 2024.

Orientador: Dr. Samuel de Deus da Silva

1. Alimentação animal alternativa. 2. Produção de forragem de baixo custo. I. Marques, Kaysson Barbosa. II. Silva, Samuel de Deus da III. , . IV. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica

FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE FORRAGEM
HIDROPÔNICA DE MILHO (*Zea mays* L.) CULTIVADA EM
SOLUÇÃO NUTRITIVA A BASE DE SORO DE LEITE”**

AUTORES: Amanda Gissele de Sousa Silva e Kaysson Barbosa Marques
ORIENTADOR: Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em 08 de novembro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Samuel de Deus da Silva, Servidor**, em 08/11/2024, às 09:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raimundo Laerton de Lima Leite, Servidor**, em 08/11/2024, às 09:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Decio Dias dos Reis, Servidor**, em 08/11/2024, às 09:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2539085** e o código CRC **68726508**.

AGRADECIMENTOS

Amanda Gissele

Agradeço primeiramente a Deus, porque Dele vem todas as coisas, Ele que nos sustenta e nos guia sempre.

A minha amada família que sempre me apoiou e fez de tudo por mim, minha mãe Verenice, meu pai Hamilton e meu irmão Anderson. Apesar de todas as dificuldades nos vencemos e venceremos.

Aos meus amigos da faculdade e de vida, que também se tornaram família, que foram meu porto seguro, meu apoio e fizeram de dias difíceis muito mais fáceis, em especial Fernanda Alves, Railany Cantanheide, Samara Sousa, Samara Gomes, Natalia Cristina, Elson Neves e Samylla Gomes. “Na vida tem pessoas que a gente esbarra e tem pessoas que a gente encontra.”

Ao meu compadre e colega de TCC, Kaysson Barbosa, por ter topado esse desafio.

Aos mestres Professores que foram tão importantes nessa caminhada, em especial Josafá Carvalho, Erica Simonett, Miguel Camargo, Edvar Silva, Marcio Rogerio e Alfonso Siqueira.

Agradeço aos professores Raimundo Laerton de Lima Leite e Décio Dias dos Reis, por fazerem parte desse momento tão especial, como avaliadores e nosso querido orientador Samuel de Deus.

In memoriam de um grande profissional, ser humano e amigo, professor Leonardo Correa. Nunca esquecerei de toda ajuda, apoio e conversas nos momentos difíceis. Obrigada.

Kaysson Barbosa

Primeiramente, a Deus, pela vida e por me ajudar a enfrentar todos os obstáculos durante o curso.

Aos meus pais e irmãos, que sempre me apoiaram, à minha esposa, que sempre esteve comigo nos momentos difíceis.

A Amanda Gissele pelo convite e confiança de juntos podermos implantar e finalizar o TCC.

Aos professores pelos ensinamentos e correções que me proporcionaram um melhor desempenho no processo de formação profissional.

“Assim diz o Senhor: Eu vou te levantar tão alto, que você perderá de vistas todas as suas tristezas. Não fiquei preocupado à toa, os ventos estão soprando ao teu favor. Tudo vai dar certo. Tenha um pouco de gratidão e creia.”

Desconhecido

RESUMO

A forragem hidropônica é uma alternativa para auxiliar no aumento da produção animal. Esse método tem sido difundido por muitos países, podendo ser utilizado em pequenas e médias propriedades que possuem dificuldades em produzir forragens de forma regular durante todo o ano. As soluções nutritivas indicadas para a produção hidropônica muitas vezes podem ser de difícil acesso ou de alto custo para o produtor, assim a utilização de fertilizantes não convencionais pode facilitar a adesão da técnica e diminuir os custos de produção. O uso do soro de leite na hidroponia traz inúmeros benefícios, evita a poluição e a contaminação ambiental, diminui os custos da produção substituindo soluções nutritivas comerciais e proporciona a obtenção de uma forragem de qualidade para os animais. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade da forragem hidropônica de milho cultivada sobre substrato de capim Pioneiro picado, com diferentes porcentagens de diluição de soro de leite bovino como solução nutritiva. A colheita foi realizada 20 dias após germinação, as variáveis analisadas foram altura de plantas (AP), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de substrato + raízes (MSSR) e produção total (folha+colmo+substrato+raízes). Verificou-se as diferenças entre os tratamentos, comparando as médias pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade. Na realização desta etapa utilizou-se o programa estatístico SISVAR v. 5.8. Após análise dos dados observou-se que a utilização do soro de leite influenciou nas variáveis avaliadas. O tratamento T3 - água + soro de leite diluído a 20%, mostrou-se superior para as variáveis testadas e o tratamento T4 - água + soro de leite diluído a 40% foi o que apresentou os piores resultados.

Palavra-chave: Forragem hidropônica. Produtividade. Solução nutritiva.

ABSTRACT

Hydroponic forage is an alternative to help increase animal production. This method has been widespread in many countries, and can be used in small and medium-sized properties that have difficulties in producing forage regularly throughout the year. The nutrient solutions indicated for hydroponic production can often be difficult to access or high cost for the producer, so the use of unconventional fertilizers can facilitate the adoption of the technique and reduce production costs. The use of whey in hydroponics brings numerous benefits, avoids pollution and environmental contamination, reduces production costs by replacing commercial nutrient solutions and provides quality forage for animals. In view of the above, this study aimed to evaluate the productivity of hydroponic corn forage cultivated on chopped Pioneiro grass substrate, with different percentages of dilution of bovine whey as a nutrient solution. Harvest was carried out 20 days after germination, the variables analyzed were plant height (AP), number of leaves (NF), shoot fresh mass (MFPA), shoot dry matter (MSPA), substrate + roots dry matter (MSSR) and total yield (leaf + stem + substrate + roots). The differences between the treatments were verified by comparing the means using the Scott-Knott test at a 5% probability level. In this stage, the statistical program SISVAR v. 5.8 was used. After data analysis, it was observed that the use of whey influenced the variables evaluated. The T3 treatment – water + 20% diluted whey, was superior for the variables tested, and the T4 treatment – water + 40% diluted whey was the one that presented the worst results.

Keywords: Hydroponic forage. Productivity. Nutrient solution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. a) Capim pioneiro passando por forrageira; b) Capim triturado exposto ao sol para secagem.....	20
Figura 2. Croqui da área.....	21
Figura 3. a) Seleção de sementes; b) Embebição em água para quebra de dormência.....	21
Figura 4. Processo de semeadura.....	22
Figura 5. a) Coleta de amostras; b) Contagem de folhas.....	23
Figura 6. Pesagem de matéria seca da parte aérea (MSPA).....	23
Figura 7. a) Coleta de substrato para análise; b) Secagem de substrato estufa.....	24
Figura 8. Resultado do material hidropônico produzido no experimento.....	25
Figura 9. Resultado do material hidropônico “enrolado” produzido no experimento.....	25
Figura 10. Sintomas de necrose nas folhas de milho hidropônico submetido à solução de 40% de soro de leite.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos Tratamentos, Araguatins, Tocantins, 2024.....	19
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Matéria fresca da parte aérea (MFPA) de plantas de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.....26

Gráfico 2. Matéria seca da parte aérea de plantas de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.....27

Gráfico 3. Matéria seca de raízes + substrato de plantas de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.....28

Gráfico 4. Número de folhas de plantas de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.....29

Gráfico 5. Altura de plantas de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.....31

Gráfico 6. Produção média por parcela de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.....32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Descrição Botânica.....	14
2.2 Forragem Hidropônica de Milho.....	15
2.3 Substratos Utilizados na Produção de Forragem Hidropônica.....	16
2.4 Soluções Nutritivas.....	17
2.5 Caracterização do Soro de Leite.....	17
2.6 Poder Poluente do Soro de Leite.....	17
2.7 Soro de Leite na Produção Agrícola.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Área experimental	19
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	19
3.3 Variáveis e coleta de dados.....	22
3.4 Análise estatística.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, às áreas de pastagens nativas e cultivadas ocupam cerca de 160 milhões de hectares, entretanto, essa oferta vem decrescendo (MENEZES, 2020). A progressiva redução das áreas de pastagens brasileiras ocorre sobretudo pelos processos erosivos do solo, substituição por outras culturas agrícolas, fatores ambientais e estacionalidade de produção, levando os produtores a buscarem novas tecnologias para suplementar a dieta animal, de forma eficiente, incrementando a produção e garantindo seu estabelecimento (CHAVES *et al.*, 2020).

O desenvolvimento de tecnologias que sejam capazes de atenuar os efeitos negativos na produção forrageira durante as estações secas, são necessárias para assegurar a produção animal. Em muitas regiões do Brasil, principalmente a nordeste, a quantidade e a qualidade de forragem disponível nos períodos de seca é um dos principais fatores que enquadra a pecuária de pequeno porte como atividade de subsistência (CAMPÊLO *et al.*, 2007).

Assim, surgiram pesquisas que buscam produzir alimentos forrageiros por meio de métodos não convencionais, que não requerem o uso do solo ou extensas áreas de cultivo, dentre os resultados obtidos destacou-se a técnica da hidroponia (CARDOSO, 2019).

A hidroponia é definida como um conjunto de técnicas de cultivo de plantas sem a utilização do solo, onde os nutrientes são fornecidos por meio de soluções nutritivas de forma a atender as necessidades fisiológicas das plantas. A primeira ocorrência comprovada da hidroponia foi realizada pelo naturalista inglês John Woodward (GUEDES, 2019). No Brasil o pioneirismo da hidroponia deve-se a Shigueru Ueda e Takanori Sekine, responsáveis por apresentar o primeiro projeto utilizando essa técnica na cultura da alface, por volta de 1990, em São Paulo, a partir disto mais estudos foram surgindo, utilizando outras culturas agrícolas (PEREIRA *et al.*, 2018).

A forragem hidropônica é uma alternativa para auxiliar no aumento da produção animal. Esse método tem sido difundido por muitos países, podendo ser utilizada em pequenas e médias propriedades que possuem dificuldades em produzir forragens de forma regular durante todo o ano. Esta técnica potencializa e promove o uso racional da água, do espaço e tempo, seu ciclo de produção é rápido, contínuo, é

independente de quaisquer condições climáticas e possui uma alta produtividade por área (ROCHA; SALVIANO, 2014).

A produção de forragem por meio da hidroponia, surgiu da necessidade de oferta de alimento aos animais em períodos críticos do ano, onde se tem uma irregularidade na distribuição e frequência das chuvas. Na produção de forragem hidropônica são utilizadas plantas de rápido desenvolvimento, alto rendimento de fitomassa fresca e boa qualidade nutricional como sorgo, trigo, arroz, milho, milheto, entre outras (ROCHA; SALVIANO, 2014).

As soluções nutritivas indicadas para a produção hidropônica muitas vezes podem ser de difícil acesso ou de alto custo para o produtor, assim a utilização de fertilizantes não convencionais pode facilitar a adesão da técnica e diminuir os custos de produção (MATOS; TEIXEIRA, 2016). Dentre estas alternativas, tem-se o soro de leite.

O soro de leite é um subproduto resultante da separação da caseína ou a gordura do leite no processo de fabricação do queijo (SANTOS *et al.*, 2022). Utilizado principalmente na indústria alimentícia, mas também nas farmacêuticas e agroindustriais, possui diversos atributos físico-químicos e um grande valor biológico. O uso do soro de leite na hidroponia traz inúmeros benefícios, evita a poluição e a contaminação ambiental, diminui os custos da produção substituindo soluções nutritivas comerciais e proporciona a obtenção de uma forragem de qualidade para os animais (PAULA, 2009).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade da forragem hidropônica de milho cultivada sobre substrato de capim Pioneiro picado, com diferentes porcentagens de diluição de soro de leite bovino como solução nutritiva.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição Botânica

Conforme Silva *et al.* (2021), o milho é um cereal de elevada qualidade nutricional, fazendo parte da família Poaceae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays*. É uma planta herbácea, anual, monocotiledônea e pode chegar a dois metros de altura. Planta monoica contendo flores femininas nas axilas das folhas e flores masculinas na

parte superior (panícula). Seu fruto tem formato cilíndrico, grãos médios aderidos ao sabugo em fileiras, formando espigas. Caule do tipo colmo, formado por nós e entrenós; folhas dispostas de forma alternada no colmo. Possui sistema radicular característico das gramíneas, do tipo fasciculado ou em “cabeleira”, atingindo de 1,5 a 3 m de comprimento.

2.2 Forragem Hidropônica de Milho

No Brasil, a técnica de cultivo de forragem hidropônica teve início por volta de 1990, tendo como objetivo a alimentação de equinos, sendo o milho a principal cultura utilizada. Mais adiante foram desenvolvidas numerosas pesquisas com o intuito de tornar essa técnica uma alternativa para se obter um volumoso de elevado valor proteico. Há pouco tempo a técnica hidropônica foi adaptada para servir de alimento para outros animais como bovinos, ovinos, caprinos, equinos, coelhos e aves (CHAVES *et al.*, 2020).

A técnica de produção de forragem hidropônica é voltada para a produção de biomassa verde onde as plantas serão cultivadas em substratos naturais. O cultivo pode ser realizado em bandejas ou em solo coberto por lona e com uso de fertirrigação. A forragem hidropônica de milho possui ciclo curto e crescimento acelerado. O tempo médio recomendado na maioria dos estudos é de 15 dias, uma vez que colheitas precoces podem levar a um baixo rendimento, ao mesmo tempo que as colheitas tardias podem acarretar em competição entre as plantas e diminuição da qualidade nutricional (NEIVA *et al.*, 2024). Segundo a FAO (2001) a colheita da forragem hidropônica deve ser realizada entre 10 e 12 dias, dado que a partir desse período inicia-se a perda da qualidade, fato este que também foi relatado por Almeida *et al.* (2021).

Atuando como suplemento na alimentação animal, o milho hidropônico pode garantir ótimos resultados na produção de leite e de carne por possuir excelentes características de composição bromatológica (CHAVES *et al.*, 2020). A forragem pode ser fornecida aos animais de forma integral (sementes, folhas, caules, raiz e substrato), suas características sensoriais de sabor, cor e textura promovem maior palatabilidade e aumento na ingestão de outros alimentos (MATOS; TEIXEIRA, 2016).

Essa técnica de cultivo apresenta como vantagens, baixa incidência de pragas, grande rendimento por área, facilidade na realização dos tratos culturais,

supressão nas perdas de nutrientes por lixiviação, uso racional de fertilizantes, baixos riscos relacionados a adversidades meteorológicas, economia no uso da água e não requer uso de agrotóxicos ou investimentos em maquinário (CARDOSO, 2019).

2.3 Substratos Utilizados na Produção de Forragem Hidropônica

O principal objetivo da utilização de substratos na hidroponia é a fixação do sistema radicular, todavia é necessário que apresentem características essenciais como “porosidade, capacidade de retenção de água, capacidade de troca de cátions, pH, segurança, sustentabilidade e custo.” (Maucieri, 2019, p. 81).

Os substratos empregados na hidroponia podem ser classificados como fibrosos, possuindo alta capacidade de retenção de água (80%) por possuir fibras com diferentes tamanhos e os substratos granulares, onde geralmente são inorgânicos e possuem características diversas em tamanho de partículas, textura e baixa capacidade de retenção de água (10% a 40%). A porosidade ideal do substrato deve estar na faixa mínima de 75%, variando entre macro e microporos, sendo resistente à compactação e diminuição brusca de volume no processo de secagem. A capacidade ideal de retenção de água é de 30% a 40% do volume visível, garantindo umidade as plantas sem provocar asfixia das raízes (HOLANDA, 2020).

O material orgânico que compõe o substrato deve ser seguro, de forma que não seja contaminado por patógenos, materiais tóxicos ou plantas invasoras. Ademais, é necessário que seja de baixo custo e associado a isso, sustentável, possuindo capacidade de redução de produção de resíduos, sendo originários de materiais biodegradáveis (MAUCIRIEI, 2019).

Dentre os substratos orgânicos com potencial para utilização na produção de forragem hidropônica tomam destaque: casca de arroz, fibra de coco, palhadas e feno em geral e o bagaço de cana-de-açúcar, sendo o último o mais utilizado por estar presente na maioria das pequenas e médias propriedades rurais e satisfazer as características desejadas (PICCOLO *et al.*, 2012; SANTANA *et al.*, 2021).

2.4 Soluções Nutritivas

As soluções nutritivas são uma das bases da hidroponia, atuando na transferência de nutrientes em substituição ao solo, tendo como vantagem a possibilidade de formulação prévia de acordo com a demanda de cada espécie de planta (SHIMPO; SANCHES, 2023). Segundo Cometti *et al.* (2006, p.90) discorre que “uma solução nutritiva pode ser definida como um sistema homogêneo onde os nutrientes necessários à planta estão dispersos, geralmente na forma iônica e em proporções adequadas”. Além do fornecimento de nutrientes, é interessante que a solução contenha O₂ e esteja em temperatura apropriada para absorção de nutrientes.

Para produção de forragem hidropônica o uso de soluções nutritivas alternativas é bem comum. Muitos compostos orgânicos possuem uma grande variedade de nutrientes em sua composição, nos quais podem ser utilizados para nutrir as plantas. Inúmeras pesquisas atestaram a eficiência das soluções nutritivas alternativas, das quais pode-se citar a ureia, vinhoto (subproduto da cana-de-açúcar), urina de ruminantes, água salobra e o soro de leite bovino.

2.5 Caracterização do Soro de Leite

O soro de leite é um coproduto lácteo das indústrias de laticínios obtido a partir da coagulação do leite no processo de fabricação de queijos. Na maior parte dos casos, para a obtenção de um quilo de queijo, são necessários aproximadamente 10 L de leite, tendo-se como resultado desse processo, 9 L de soro. Possuindo alto valor nutricional, o soro de leite pode passar por diversos processos e transformar-se em produtos de alto valor agregado (NUNES *et al.*, 2018).

O soro de leite possui cerca de 55% dos nutrientes do leite, compondo-se por lactose, minerais (cálcio, fósforo, magnésio e zinco) e vitaminas hidrossolúveis; é utilizado na fabricação de suplementos alimentares, bebidas lácteas e na alimentação animal (SOARES, 2023).

2.6 Poder Poluente do Soro de Leite

Embora o soro apresente substâncias de elevado valor nutricional, é pouco aproveitado e grandes quantidades são desperdiçadas e descartadas de forma

incorreta. Estudos apontam que aproximadamente 40% do soro de leite produzido no Brasil é descartado de forma equivocada, geralmente sendo lançado em corpos receptores ou recebendo tratamentos com baixa eficiência, gerando impactos ambientais a fauna e flora, transformando-se em um rejeito industrial altamente nocivo (NUNES *et al.*, 2018).

A reutilização de resíduos orgânicos diminui os efeitos deletérios que provocam a natureza. O soro de leite pode se tornar um poluente muito problemático em virtude da sua alta carga orgânica e elevado volume gerado, devendo receber tratamento adequado antes do descarte, uma vez que em sua versão bruta possui uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) superior à do esgoto doméstico (PAULA *et al.*, 2011).

Assim são imprescindíveis a identificação de recursos que possam atuar como alternativas para o aproveitamento do soro, de forma que sejam sustentáveis e economicamente atrativas (PAULA *et al.*, 2011).

2.7 Soro de Leite na Produção Agrícola

Diversos trabalhos demonstram a possibilidade de incremento na produção agrícola com a aplicação do soro de leite. Mantovani *et al.* (2015) trabalhando com a utilização do soro ácido de leite como fonte de nutrientes para o milho, constataram que o soro eleva a produção de matéria seca do milho e ainda promove a acumulação dos nutrientes como N, P, K e Ca na parte aérea da planta.

Lima *et al.* (2022), utilizando soro de leite para avaliação do desenvolvimento inicial da cana de açúcar (*Saccharum spp.*) em comparação ao fertilizante industrializado, obtiveram os melhores resultados nos quesitos média de perfilhos, quantidade de folhas, largura da folha e comprimento da folha na utilização do soro de leite em baixas concentrações.

Morrill *et al.* (2012) em sua pesquisa com milheto forrageiro e sorgo sudão, o uso do soro de leite proporcionou aumento na produção de matéria seca nas duas culturas estudadas. Ferraz (2021) atestou que no uso do soro de leite como fonte de nutrientes para produção do capim Tifton 85 houve incremento de nutrientes e biomassa.

Além de servir como fonte de nutrientes para as plantas, o soro de leite pode trazer efeitos benéficos ao solo quando aplicado em pequenas quantidades, uma vez que é rico em resíduos orgânicos, contendo nutrientes como o nitrogênio e o potássio (SOARES, 2023). Ferraz (2021), afirma em seu estudo sobre os efeitos do uso do soro de leite no solo que o soro incrementou os teores de nutrientes, sem que o pH do solo fosse alterado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O experimento foi conduzido no setor de produção de mudas do Instituto Federal do Tocantins – *Campus Araguatins*, cujas coordenadas geográficas são 5°38'38" de latitude Sul e 48°04'10" de longitude oeste, e altitude de 120 m em relação ao nível do mar. O clima predominante na região é o tropical úmido, apresentando estações seca e chuvosas bem definidas. A temperatura varia entre mínimas de 22°C e máximas 34°C durante o ano, e uma precipitação média anual de 1700 mm (CLIMATEMPO, 2024).

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), montado em esquema fatorial com quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 unidades experimentais. A testemunha usada como tratamento controle foi irrigação apenas com água durante todo o ciclo (T1 – água); os demais tratamentos constaram de níveis de diluição de soro de leite em água: 10, 20 e 40% de soro. Os percentuais de soro foram escolhidos baseados no trabalho de Paula *et al* (2011).

Tabela 1. Descrição dos Tratamentos, Araguatins, Tocantins, 2024

Tratamentos	Soluções
T1	apenas água
T2	água + soro de leite diluído a 10%
T3	água + soro de leite diluído a 20%
T4	água + soro de leite diluído a 40%

Fonte: Autores, 2024.

O soro utilizado foi proveniente da fabricação de queijo muçarela a partir do processamento industrial de leite bovino no setor de Agroindústria do IFTO - *Campus Araguatins*. O processamento do leite e consequente obtenção do soro foram realizados em intervalos de dois dias, sendo o soro armazenado em tanque industrial de inox, sem refrigeração.

O substrato empregado no cultivo hidropônico de milho foi o capim Pioneiro picado, sendo a escolha devido a disponibilidade no *campus*, e por ser um dos tipos de substratos indicados para este tipo de cultivo. O capim foi triturado em máquina forrageira, e posteriormente espalhado sobre lona em camadas finas e uniformes. E em seguida foi exposto ao sol para secagem durante 23 dias (tempo maior que o esperado, devido a ocorrência de uma chuva).

Figura 1. a) Capim pioneiro passando por forrageira; b) Capim triturado exposto ao sol para secagem



Fonte: Autores, 2024.

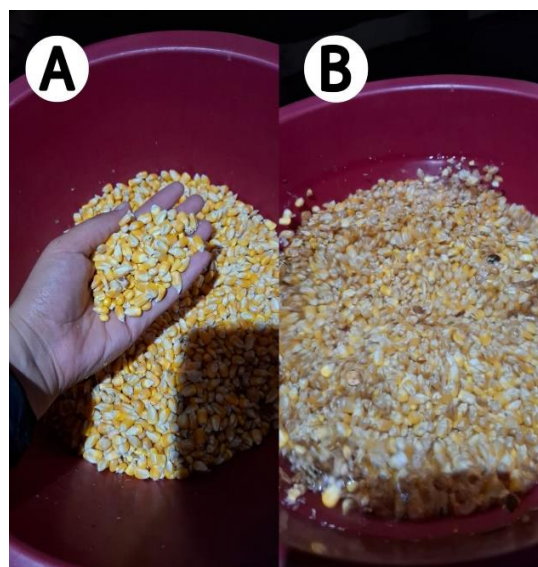
Para instalação do experimento foram escolhidos quatro canteiros de 11m x 1m em local livre de imperfeições (liso). O sistema hidropônico foi disposto em 24 porções de lona preta com as dimensões de 1m x 0,5 m (0,5 m²), e 10 cm de espaçamento entre as unidades experimentais. As repetições foram dispostas de forma aleatória na área.

Figura 2. Croqui da área

T3R6	T2R4	TestR2	T2R6
T1R2	T1R4	TestR3	TestR6
TesteR4	T1R5	T3R4	T2R3
T3R3	T2R5	T3R2	T1R3
TestR5	T2R1	T2R2	T1R6
T3R5	T3R1	T1R1	TestR1

Fonte: Autores, 2024.

Utilizou-se sementes não selecionadas e sem tratamento químico adquiridas na fábrica de rações MIXFOS, no município de Araguatins. O emprego de sementes quimicamente tratadas não é indicado para produção de forragem hidropônica, devido ao alto risco de intoxicação dos animais (PAULA, 2011). A viabilidade das sementes foi determinada a partir de um teste de germinação em substrato areia, passando por procedimento de quebra de dormência em submersão em água por 24 h; o poder germinativo foi avaliado em 80%.

Figura 3. a) Seleção de sementes; b) Embebição em água para quebra de dormência

Fonte: Autores, 2024.

A densidade de semeadura foi de 1 kg m^{-2} (CHAVES, 2020). Cada unidade experimental recebeu 500g de sementes de milho, que foram distribuídas sobre uma camada de 3 cm de substrato, dispostas a lanço de forma uniforme e cobertas com outra camada de 2 cm de substrato. O período para germinação foi de 7 dias, tendo sido irrigadas apenas com água ($5 \text{ L/ m}^2/\text{ dia}$). Após germinação iniciaram-se as regas com o soro de leite diluído conforme os tratamentos; as irrigações foram realizadas de forma manual com auxílio de regador, uma vez ao dia, diluídos em 15L de água.

Figura 4. Processo de semeadura

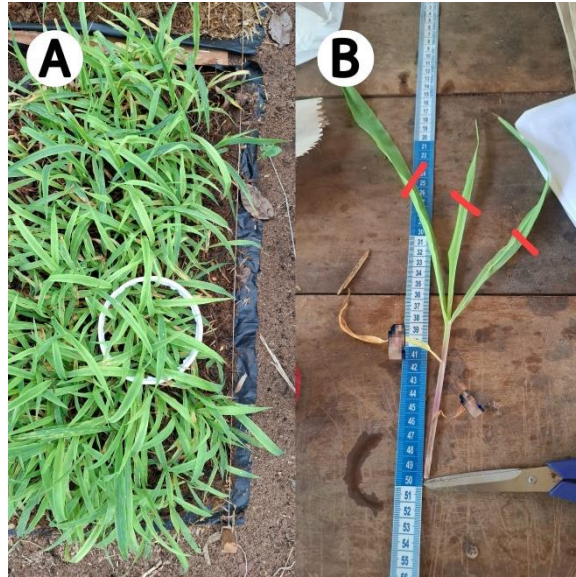


Fonte: Autores, 2024.

3.3 Variáveis e coleta de dados

A colheita foi realizada 20 dias após germinação, correspondendo a 27 dias após semeadura. Com auxílio de um arco circular foram selecionadas ao acaso 60 plantas de cada tratamento (totalizando 240 plantas amostradas). Com uma fita métrica foi medido a altura de plantas (AP); em seguida foi realizada a contagem do número de folhas (NF), tendo sido consideradas apenas as folhas completamente desenvolvidas.

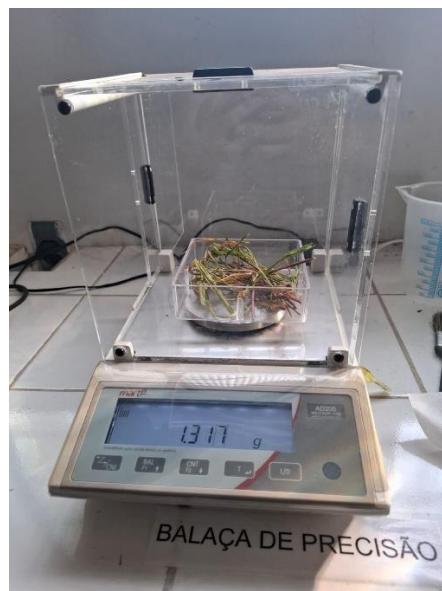
Figura 5. a) Coleta de amostras; b) Contagem de folhas



Fonte: Autores, 2024.

Com auxílio de uma tesoura, a parte aérea das plantas foram cortadas rente ao substrato; em seguida, mensurou-se em balança de precisão a massa fresca da parte aérea (MFPA); após 2 dias em estufa de circulação forçada, com temperatura média de 55°C, foi obtida a matéria seca da parte aérea (MSPA).

Figura 6. Pesagem de matéria seca da parte aérea (MSPA)



Fonte: Autores, 2024.

Conforme a metodologia descrita por Matos *et al.* (2016), para obtenção dos teores de matéria seca de substrato + raízes (MSSR), foram retiradas 6 amostras de

cada tratamento, com dimensões de 10 cm x 10 cm de substrato, e, posteriormente seguiram para processo de secagem em estufa de circulação forçada por 3 dias a uma temperatura de 70°C. Ainda, determinou-se a produção de volumoso por metro quadrado (PV), por meio da pesagem do material (substrato + plantas de milho) em uma balança com capacidade para 100 kg.

Figura 7. a) Coleta de substrato para análise; b) Secagem de substrato estufa



Fonte: Autores, 2024.

O material final produzido pode ser observado nas figuras 8 e 9. A forragem hidropônica pode ser servida aos animais dividido em pedaços, com tamanhos variados, a depender do desejo e necessidade do produtor, podendo também ser picado e misturado com outra forragem (TEIXEIRA, 2021).

Figura 8. Resultado do material hidropônico produzido no experimento



Fonte: Autores, 2024

Figura 9. Resultado do material hidropônico “enrolado” produzido no experimento



Fonte: Autores, 2024.

3.4. Análise estatística

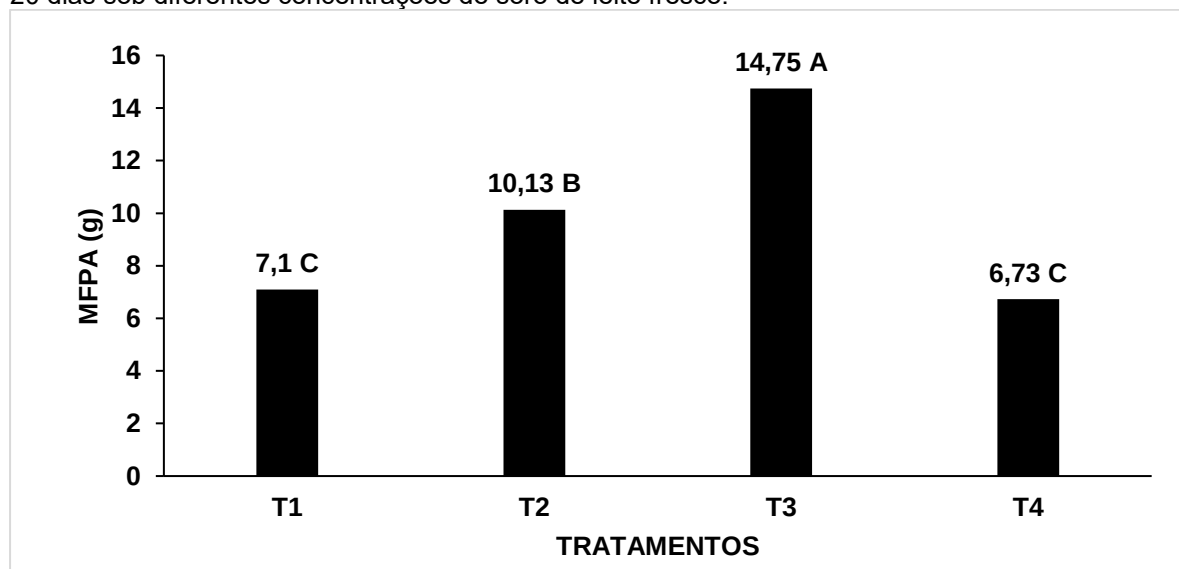
De posse dos dados realizou-se a tabulação em planilhas de EXCEL, e posteriormente avaliando os pressupostos da análise de variância (normalidade e homogeneidade de variância), verificou-se as diferenças entre os tratamentos,

comparando as médias pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade. Na realização desta etapa utilizou-se o programa estatístico SISVAR v. 5.8 (FERREIRA, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que o T3 foi estatisticamente superior em relação aos demais tratamentos apresentando média de 14,75 g na massa fresca de parte aérea (Gráfico 1). Destaca-se ainda o tratamento T2 com a segunda maior média.

Gráfico 1. Matéria fresca da parte aérea (MFPA) de plantas de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.



T1 – água; T2 - água + soro de leite diluído a 10%; T3 - água + soro de leite diluído a 20%; T4 - água + soro de leite diluído a 40%. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

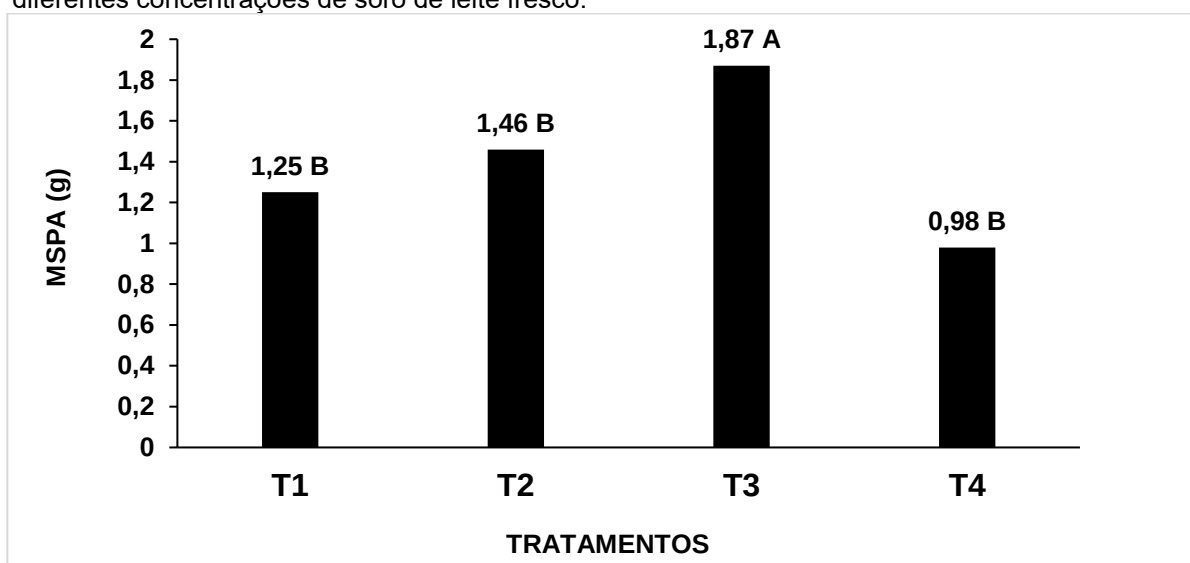
Paula *et al.* (2011) discorrem que o aumento das doses de soro de leite como solução para forragem hidropônica de milho provoca redução linear na produção, em termos de acúmulo de MFPA e de MSPA. Ainda, o tratamento de soro diluído a 20% obteve os melhores resultados em MF e MS quando comparado aos demais que também utilizaram soro de leite com maiores concentrações.

Bombana (2019) obtiveram resultados semelhantes, onde a utilização de água + 50% de soro de leite no cultivo de forragem hidropônica de milho, resultou nos piores resultados nas variáveis massa fresca e massa seca da parte aérea em

comparação aos demais tratamentos que utilizavam soro de leite diluído a 20% e soluções comerciais.

Foi observado efeito significativo dos tratamentos sob a varável matéria seca da parte aérea (MSPA), sendo as melhores médias obtidas quando as forragens foram cultivadas com água + soro de leite diluído a 20% (T3), apresentando um valor médio de 1,87 g (Gráfico 2).

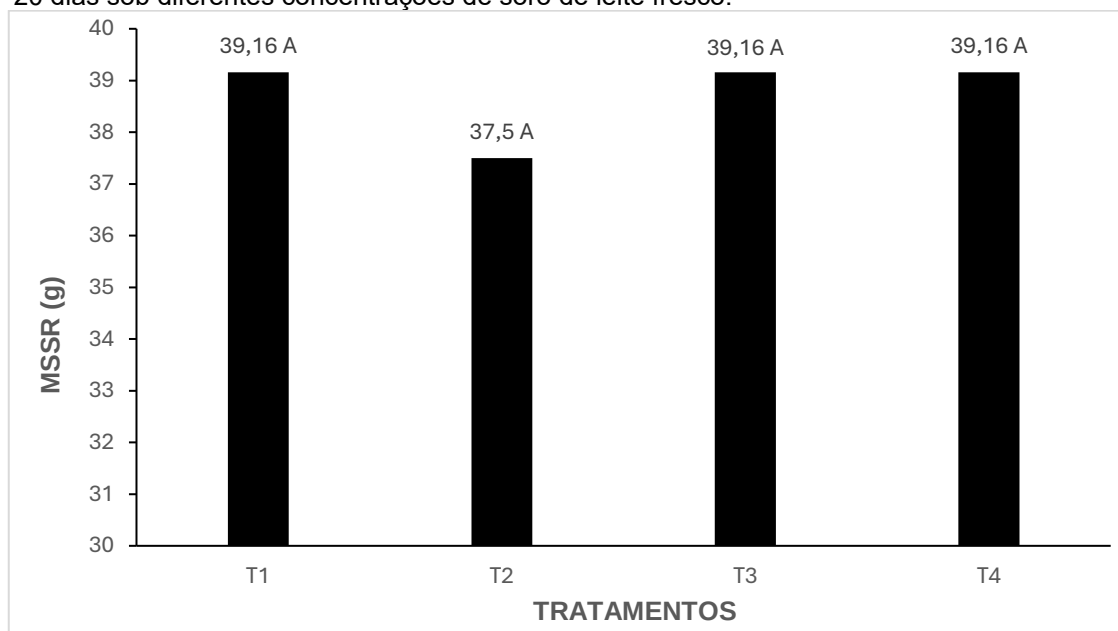
Gráfico 2. Matéria seca da parte aérea de plantas de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.



T1 - água; T2 - água + soro de leite diluído a 10%; T3 - água + soro de leite diluído a 20%; T4 - água + soro de leite diluído a 40%. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

O soro de leite não proporcionou efeito significativo sobre os teores de matéria seca de raízes + substrato (Gráfico 3).

Gráfico 3. Matéria seca de raízes + substrato de plantas de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.



T1 - água; T2 - água + soro de leite diluído a 10%; T3 - água + soro de leite diluído a 20%; T4 - água + soro de leite diluído a 40%. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

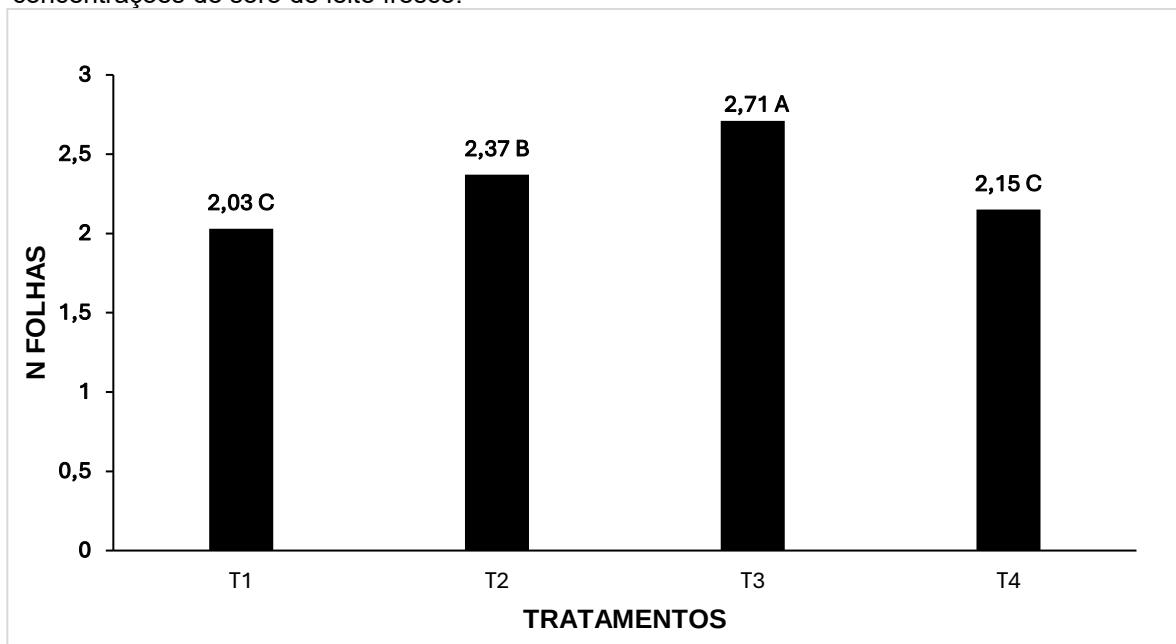
Paula *et al.* (2011) relataram em sua pesquisa, que em análise visual no momento da colheita, foi observado que as plantas de milho irrigadas com as maiores doses de soro (40%, 60%, 80% e 100%), apresentaram menor produção de raízes, e na concentração de 20%, não foi observado diferença significativa.

Em estudo realizado por Mantovani *et al.* (2015), a utilização de soro de leite ácido como fonte de nutrientes para o milho foi constatada aumento linear na produção de MS, tanto na ausência quanto na presença de adubação mineral com macro e micronutrientes.

Estes resultados assemelham-se aos obtidos no trabalho de Paula *et al.* (2011) avaliando a eficiência nutricional da forragem de milho e o uso do soro de leite bovino em substituição à solução nutritiva no cultivo hidropônico, onde também observaram significância para massa seca da parte aérea.

Para a variável número de folhas (NF) observou-se diferença estatística entre os tratamentos, sendo o tratamento T3 superior em relação aos demais, atingindo uma média de 2,71 folhas (Gráfico 4).

Gráfico 4. Número de folhas de plantas de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.



T1 - água; T2 - água + soro de leite diluído a 10%; T3 - água + soro de leite diluído a 20%; T4 - água + soro de leite diluído a 40%. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Moraes *et al.* (2024) em seu estudo sobre as características de crescimento do milho hidropônico cultivado sobre diferentes substratos orgânicos, obteve melhores resultados na variável número de folhas, fazendo a utilização de substrato semelhante ao utilizado nessa pesquisa, capim elefante picado e solução composta por esterco bovino, borra de café e de calcário calcítico, alcançando a média de 3,22 folhas por planta.

No decorrer do experimento notou-se uma alta taxa de necrose e senescência das folhas de milho no tratamento T4 (figura 10). Resultado semelhante foi relatado por Paula (2009), em seu trabalho sobre o uso do soro de leite em substituição à solução nutritiva no cultivo de forragem hidropônica de milho, onde foi descrito que os sintomas de necrose nas bordas foliares foram se ampliando por toda extensão da parte aérea conforme o aumento das concentrações de soro ao longo do ciclo. Ainda que as plantas de milho cultivadas em menores concentrações de soro de leite apresentaram intenso roxeamento, o que não ocorreu no presente experimento.

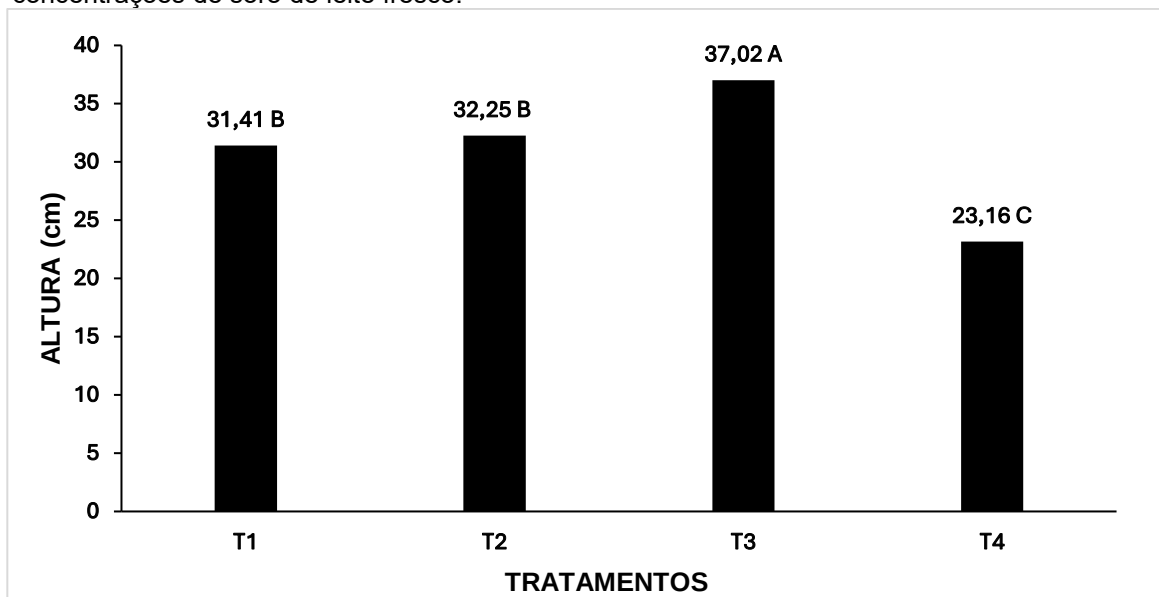
Figura 10. Sintomas de necrose nas folhas de milho hidropônico submetido à solução de 40% de soro de leite



Fonte: Autores, 2024.

Observou-se que o tratamento T3 teve um desenvolvimento significativo sob a variável altura de planta (AP) em relação aos demais, alcançando a média de 37,02 cm (Gráfico 5). Notou-se também que os tratamentos T1 e T2 tiveram desenvolvimento similares de 31,41 cm e 32,25 cm respectivamente, não se diferenciando estatisticamente, sendo T4 a pior média dentre os tratamentos, apresentando apenas 23,16 cm. O uso da solução T3, resultou em um acréscimo de 46,06% na altura das plantas em relação ao tratamento T4.

Gráfico 5. Altura de plantas de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.



T1 - água; T2 - água + soro de leite diluído a 10%; T3 - água + soro de leite diluído a 20%; T4 - água + soro de leite diluído a 40%. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

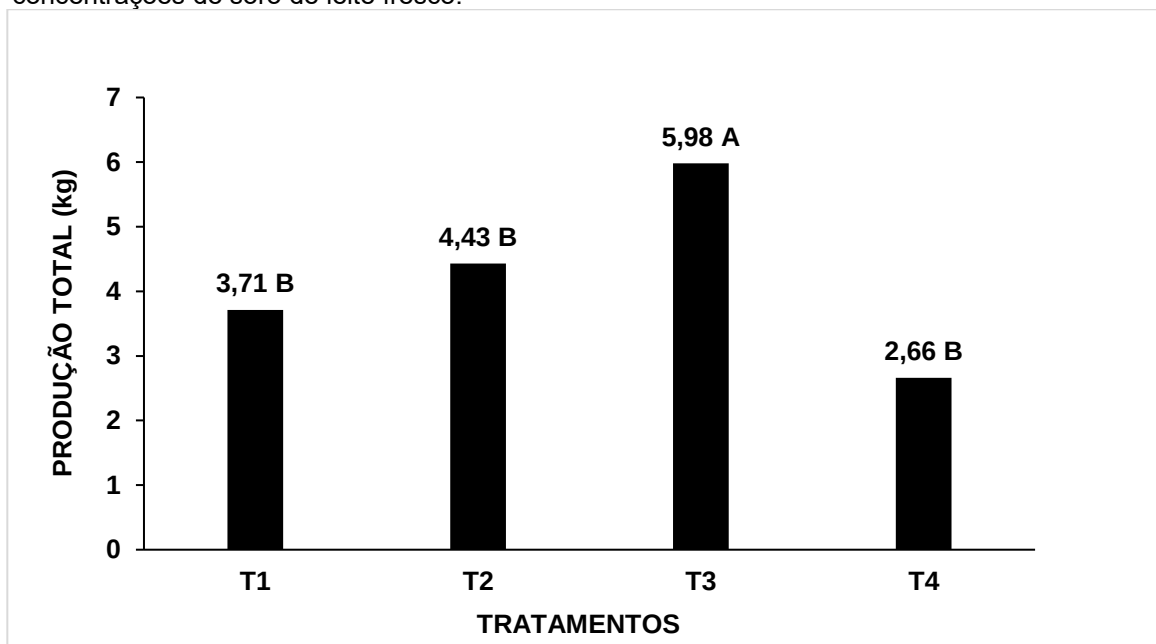
Chaves *et al.* (2020), avaliando a produtividade do milho hidropônico cultivado sobre bagaço de cana-de-açúcar e solução nutritiva a base de nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico e sulfato de magnésio, obteve resultados inferiores na variável altura de planta em todos os tratamentos avaliados 23,8 cm (taxa de semeadura 0,5 kg m²), 24,5 cm (taxa de semeadura 1,0 kg m²), 24,7 cm (taxa de semeadura 1,5 kg m²), 25,8 cm (taxa de semeadura 2,0 kg m²) e 34 cm (taxa de semeadura 2,5 kg m²). Ainda, afirma em seu experimento que a altura das plantas é influenciada pela taxa de semeadura, quanto maior a taxa maior a altura das plantas, no entanto comparando-se seus resultados em taxa de semeadura equivalentes ao presente experimento (1kg m²), a maioria as médias dos tratamentos se mostraram superiores (T1, T2 e T3), mesmo tendo sido submetidos a uma fertirrigação alternativa.

Bombana (2019) em estudo conduzido com milho hidropônico com diferentes adubações também obteve resultados inferiores em todos os tratamentos avaliados na variável altura de plantas, sendo 22,54 cm (água), 24,45 cm (água mais uma solução nutritiva), 21,16 cm (água mais tratamento foliar), 21,08 cm (água mais soro de leite diluído a 20%) e 18,83 cm (água mais soro de leite diluído a 50%).

Dentro das médias de produção total dos tratamentos (folha+colmo+substrato+raízes), o T3 apresentou o melhor resultado com 5,98 kg por

média de parcela, tendo uma produção total de 35,88 kg, representando 11,96 kg m² (Gráfico 6). Os demais tratamentos não se diferiram estatisticamente.

Gráfico 6. Produção média por parcela de milho hidropônico cultivado durante 20 dias sob diferentes concentrações de soro de leite fresco.



T1 - água; T2 - água + soro de leite diluído a 10%; T3 - água + soro de leite diluído a 20%; T4 - água + soro de leite diluído a 40%. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Os resultados encontrados se mostraram superiores ao rendimento encontrado por Paula *et al.* (2011), 11,79 kg total e 2,10 kg m², utilizando substrato de bagaço de cana-de-açúcar, solução nutritiva comercial e taxa de semeadura de 2,5 kg de sementes por m², e inferiores aos resultados encontrados por Matos *et al.* (2016) de aproximadamente 18,56 kg m², cultivados sob casca de arroz, utilizando solução a base de fertilizante 20-05-20, porém a densidade de semeadura foi duas vezes maior do que a utilizada no presente experimento, e Moraes *et al.* (2024), onde a produção média final foi de 16,77 kg m², mas também utilizando densidade de semeadura duas vezes maior.

De acordo com Chaves *et al.* (2020), a produtividade de forragem hidropônica de milho é influenciada pela taxa de semeadura, dependendo também da qualidade das sementes utilizadas, devendo apresentar valores de taxa de germinação por volta de 80%. Os resultados produtivos encontrados no experimento

se mostraram satisfatórios uma vez que alcançou uma boa produção e produtividade utilizando uma baixa taxa de semeadura em comparação aos demais trabalhos.

5 CONCLUSÃO

Após análise dos dados observou-se que a utilização do soro de leite influenciou nas variáveis avaliadas. O tratamento T3 (água + soro de leite diluído a 20%), apresentou incrementos superior na produção de forragem hidropônica para alimentação animal, nas condições avaliadas. O menor desempenho foi verificado em T4 (água + soro de leite diluído a 40%).

Assim é possível afirmar que a solução de soro de leite diluído a 20% em água de abastecimento é viável para utilização como solução nutritiva no cultivo hidropônico de milho.

É inviável a produção de forragem hidropônica de milho com 40% de soro de leite.

O cultivo de forragem hidropônica de milho é uma tecnologia eficaz, acessível e prática, permitindo ao produtor rural obter alimento para os animais durante todo o ano, com tempo de colheita curto e com altas produtividades.

Ainda é necessário que sejam desenvolvidas novas pesquisas exploratórias acerca das forragens hidropônicas, visto que ainda é uma tecnologia que permite amplas possibilidades, e que além dos parâmetros produtivos, são necessárias avaliações de sua qualidade nutricional.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C. S.; VALENTIM, J. K.; FARIA, D. J. G.; NORONHA, C. M. S.; VELARDE, J. M. D. S.; MENDES, J. P.; PIETRAMALE, R. T. R.; ZIEMNICZAK, H. M. Bromatological composition and dry matter production of corn hydroponic fodder. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, [S.l.], v. 43, n. 1, p. e48800, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.48800>>. Acesso em: 10 de out. 2024.

BOMBANA, W. A.; GAI, V. F. Cultivo de milho hidropônico com diferentes adubações. **Revista Cultivando o Saber**, [S.l.], v. 12, n. 4, p. 49-57, 2019. Disponível em:

<<https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/955>>. Acesso em: 26 de out. 2024.

CAMPÊLO, J.; OLIVEIRA, J.C.G; ROCHA, A. S.; CARVALHO, J. F.; MOURA, G. C.; OLIVEIRA, M. E.; SILVA, J. A. L.; MOURA, J. W. S.; COSTA, M. V.; UCHOA, L. M. Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.], v.36, n.2, p.276-281, 2007. Disponível em: < SciELO - Brasil - Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos >. Acesso em: 03 de out. 2024.

CARDOSO, T. **Avaliação Produtiva e Bromatológica de Forragem Hidropônica de Milho Cultivada em Solução Nutritiva a Base de Urina de Ruminantes**. Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha – MA, 2019. Disponível em: <Biblioteca Digital de Monografias: Avaliação produtiva e bromatológica de forragem hidropônica de milho cultivada em solução nutritiva a base de urina de ruminantes (ufma.br)>. Acesso em: 03 de out. 2024.

CHAVES, J.; LEAL, M. L. A.; ALVES, R. N.; RODRIGUES, T. G. Avaliação da produtividade de milho hidropônico sobre substrato de bagaço de cana-de-açúcar. **Brazilian Applied Science Review**., Curitiba, v. 4, n. 4, p. 2236-2247 jul./ago. 2020. Disponível em: < View of Avaliação da produtividade de milho hidropônico sobre substrato de bagaço de cana-de-açúcar / Evaluation of hydroponic corn productivity on sugar cane sugstrate (brazilianjournals.com.br)>. Acesso em: 03 de out. 2024.

COMETTI, N. N.; FURLANI, P.; RUIZ, H. K.; FILHO, E. I. F. **Soluções Nutritivas: formulação e aplicações**. SBCS, Viçosa, 2006. Disponível em: <CapituloSN_2006.pdf>. Acesso em: 14 de out. 2024.

CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Araguatins, BR**. Climatologia em Araguatins, BR. Disponível em: <<https://www.climatepo.com.br/climatologia/581/araguatins-to>>. Acesso em: 20 de out. 2024.

FAO. **Oficina Regional para America Latina y el Caribe. Forraje verde hidropônico: manual técnico.** Santiago, 2001. 79 p. Disponível em: < Acrobat Distiller, Job 2 (bioforrajes.com)>. Acesso em: 10 de out. 2024.

FERRAZ, K. C. **Uso Agrícola De Soro De Leite: Efeitos No Solo, Na Emissão De Co₂, Na Biomassa Microbiana Do Solo E Na Produção Vegetal.** VIÇOSA - MINAS GERAIS, 2021. Disponível em: < USO AGRÍCOLA DE SORO DE LEITE: EFEITOS NO SOLO, NA EMISSÃO DE CO₂, NA BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO E NA PRODUÇÃO VEGETAL (ufv.br)>. Acesso em: 19 de out. 2024.

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

GUEDES, I. M. R. Hidroponia: de metodologia de pesquisa a sistema de produção. Embrapa, **Hortaliças em Revista**, Brasília, DF, Ano 8, n. 29, p. 10-11, 3º quadr. 2019.

HOLANDA, J. **Produção De Matéria Seca E Composição Bromatológica De Milho E Soja Hidropônicos Em Diferentes Substratos Inertes E Doses De N Em Cobertura.** Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Ilha de Solteira, 2020. Disponível em: <Microsoft Word - JULIANA MARIA Tese Versa o_maio 2021 finalizado 11 05 - Agradecimento CAPES (unesp.br)>. Acesso em: 11 de out. de 2024.

LIMA, A.; SILVA, F. M.; QUEIROZ, K. R. S.; NEVES, A. C. A.; MOURA, C. B. A.; SANTOS, R. M. M. C.; MOURA, I. D. A.; NETTO, G. B. Avaliação do desenvolvimento inicial da cana de açúcar (*Saccharum* spp.) Tratada com soro de leite bovino em relação ao fertilizante industrializado. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v.6, n.2, p. 768-778 mar./abr., 2022. Disponível em: < pdf-libre.pdf >. Acesso em: 19 de out. 2024.

MANTOVANI, J. R.; CORREA, M.; LANDGRAF, P. R. C.; MIRANDA, J. M. Soro ácido de leite como fonte de nutrientes para o milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.324–329, Campina Grande, PB, 2015. Disponível

em: < Soro_acido_de_leite_como_fonte_de_nutrientes_para_.pdf>. Acesso em: 19 de out. 2024.

MATOS, D. C.; TEIXEIRA, E. C. **Avaliação Do Rendimento e da Qualidade Bromatológica da Forragem de Milho Hidropônico Produzida Com Diferentes Fertilizantes**. Universidade De Brasília – UnB, dez. de 2016. Disponível em: <2016_DaviCaixeta_EricCastro_tcc.pdf (unb.br)>. Acesso em: 06 de out. 2024.

MAUCIERI, C.; NICOLETTO, C.; VAN OS E.; ANSEEUW, D.; HAVERMAET, R. V.; JUNGE, R. **Hydroponic Technologies**. In: GODDEK, S.; JOYCE, A.; KOTZEN, B.; BURNELL, G. (ed.). Aquaponics food production systems, 2019. Disponível em: <doi: 10.1007/978-3-030-15943-6_4 ++ (springer.com)>. Acesso em: 11 de out. de 2024.

MENEZES, P. **Tecnologia e sustentabilidade em pastagens brasileiras**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 2020. Disponível em: <Pastagens - Portal Embrapa>. Acesso em: 30 de set. 2024.

MORRILL, W.; NETO, E. B.; PEDROSA, E. M. R.; OLIVEIRA, V. S.; ALMEIDA, G. L. P. A. Produção e nutrientes minerais de milheto forrageiro e sorgo sudão adubado com soro de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.16, n.2, p.182–188, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/ycydjPJvsjFGcDpWkSWvX7B/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 19 de out. 2024.

NEIVA, T.; CERQUEIRA, J.; SANTOS, E. S.; ALMEIDA, R. A.; SILVA, H. S.; OLIVEIRA, E. L. C.; SOBRIMHO, L. E.; OLIVEIRA, K. N.; SANTANA, A. L. A. Atributos produtivos e nutricionais da forragem hidropônica de milho, em diferentes estágios, cultivada em substratos de capim-elefante e serragem de madeira. **Ciência Animal Brasileira | Brazilian Animal Science**, v.25, 78582P, 2024. Disponível em: <[scielo.br/j/cab/a/Q485xZLZwJ9DyVYgRftycfn/?format=pdf&lang=pt](https://www.scielo.br/j/cab/a/Q485xZLZwJ9DyVYgRftycfn/?format=pdf&lang=pt)>. Acesso em: 10 de out. 2024.

NUNES, L. GERBER, J.Z; COSTA, F. P.; KALID, R. O Soro Do Leite, Seus Principais Tratamentos E Meios De Valorização. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá (PR), 2018. Disponível em: <O_SORO_DO_LEITE_SEUS_PRINCIPAIS_TRATAMENTOS_E_MEIO.pdf>. Acesso em: 17 de out. 2024.

PAULA, L.; ROLIM, M. M.; NELO, E. B.; SOARES, T. M.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, E. F. F. Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, n.9, Campina Grande - PB, 2011. Disponível em: <*D:\Diagramacoes\Revista_Agriamb (scielo.br)>. Acesso em: 19 de out. 2024.

PAULA, L. **Soro De Leite Em Substituição Á Solução Nutritiva No Cultivo De Forragem De Milho Hidropônico**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) -Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em: <TEDE2: Soro de leite em substituição à solução nutritiva no cultivo da forragem de milho hidropônico (ufrpe.br)>. Acesso em: 06 de out. 2024.

PEREIRA, K.; SILVA, A. F.; SILVA, K.; ANDRADE, E. Agroecologia E Saúde Humana: A Produção Orgânica Por Hidroponia. **XIX Encontro de Geógrafos**, João Pessoa – Paraíba, 2018. Disponível em: <https://www.eng2018.agb.org.br/resources/anais/8/1533694084_ARQUIVO_AGRO ECOLOGIACOMPLETO.pdf >. Acesso em: 05 de out. 2024.

PICCOLO, M. A. Forragem verde hidropônica de milho produzida em substratos orgânicos residuais utilizando água residuária de bovino. **Revista Ceres**, Viçosa, 2012. Disponível em:< Marco-Píccolo.pdf (uenf.br)>. Acesso em: 11 de out. 2024.

ROCHA, S. J. S.; SALVINO, A. A. Produtividade e Composição Química da Forragem Hidropônica de Milho em Diferentes Densidades de Semeadura no Substrato Casca de Arroz. **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.16, n.1, p.25-31, 2014. Disponível em: < (PDF) Produtividade e Composição Química da Forragem Hidropônica de Milho em Diferentes Densidades de Semeadura no Substrato Casca de Arroz (researchgate.net)>. Acesso em: 05 de out. 2024.

SANTANA, D.; EREVALO, A. C. M.; SILVA, P. R.; KRAESKI, M. J.; RIBERA, L. M.; RORRES, F. E. Forragem hidropônica no ecótono Cerrado Pantanal. **Research, Society and Development**, v. 10, n.6, 2021. Disponível em:< View of Hydroponic forage in the Cerrado Pantanal ecotonon (rsdjournal.org)>. Acesso em: 11 de out. 2024.

SANTOS, C. R.; SILVA, C. H. L.; ROCHA, M. Hidrolisado de soro de leite e derivados: uma revisão da obtenção e bioatividades. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.3, p.17060-17092mar.,2022. Disponível em: < Vista do Hidrolisado de soro de leite e derivados: uma revisão da obtenção e bioatividades / Hydrolysate from whey and derivatives: a review of obtaining and bioactivities (brazilianjournals.com.br)>. Acesso em: 06 de out. 2024.

SILVA, D.; SILVA, C. H. M.; SANTOS, G. C. L.; FARIAS, I. M.; PÁDUA, G. V.; PEREIRA, P. H. B.; SILVA, F. E.; BATISTA, R. F.; NETO, S. G.; CABRAL, A. M. D. Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. **Research, Society and Development**, [S.], v. 10, n. 3, e12310313172, 2021. Disponível em: < <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13172> >. Acesso em: 10 de out. 2024.

SHIMPO, E.; SANCHES, R. **Cultivo Hidropônico – Hidroponia Manual Técnico**. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará, EMATER – Pará, 2023. Disponível em:<<https://www.emater.pa.gov.br/storage/app/uploads/public/648/b32/237/648b32237ca5c048529981.pdf> >. Acesso em: 14 de out. 2024.

SOARES, W. A. **Reaproveitamento Do Soro Do Leite Como Fertilizante Natural Para Aplicação Em Hortas**. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí – IFPI, 2023. Disponível em: < *2023_tcc_wabsoares.pdf (ifpi.edu.br)>. Acesso em: 17 de out. 2024.

WATTHIER, M.; SCHWENGBER, J. E.; FONSECA, F. D.; SILVA DA SILVA, M. A. Húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada como substratos para produção de mudas de alface. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 3, n. 5, p. 2065-2071 set./out. 2019. Disponível em: <View of Húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada como substratos para produção de mudas de alface/ Carbonized rice week and rush humus as substrates for lettuce seedlings (brazilianjournals.com.br)>. Acesso em: 06 de out. 2024.