

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES  
BACHARELADO EM AGRONOMIA  
KAIQUE ALVES MACHADO**

**RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL E CRESCIMENTO DE *Tetradenia riparia*  
(HOCHST.) CODD. EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO**

**CERES – GO  
2026**

**KAIQUE ALVES MACHADO**

**RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL E CRESCIMENTO DE *Tetradenia riparia*  
(HOCHST.) CODD. EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa.

**CERES – GO  
2026**

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

A474r Alves Machado, Kaique  
RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL E CRESCIMENTO DE  
Tetradenia riparia (HOCHST.) CODD. EM DIFERENTES  
CONDIÇÕES DE CULTIVO / Kaique Alves Machado. Ceres -  
GO 2026.

46f. il.

Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa.  
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0320021 -  
Bacharelado em Agronomia - Ceres (Campus Ceres).

1. Plantas medicinais. 2. Falsa mirra. 3. Estresse abiótico. 4.  
Radiação solar. 5. Água. I. Título.

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

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

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

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

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

**Kaique Alves Machado**

Matrícula:

**2021103200240146**

Título do trabalho:

**RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL E CRESCIMENTO DE *Tetradenia riparia* (HOCHST.) CODD. EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO**

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

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


O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

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

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

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

Documento assinado digitalmente  
 **KAIQUE ALVES MACHADO**  
Data: 22/06/2026 21:10:51-0300  
verifique em <https://validar.itf.gov.br>

**Ceres - GO**

Local

/  /

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



Documento assinado digitalmente  
**CLEITON MATEUS SOUSA**  
Data: 22/06/2026 22:24:29-0300  
verifique em <https://validar.itf.gov.br>

## ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO


Ao(s) 12 dia(s) do mês de junho do ano de dois mil e 26, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) KAIQUE ALVES MACHADO, do Curso de AGRONOMIA, matrícula \_\_\_\_\_, cujo título é “ RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL E CRESCIMENTO DE *Tetradenia riparia* (HOCHST.) CODD. EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO ”. A defesa iniciou-se às 9 horas e 25 minutos, finalizando-se às 11 horas e 30 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho aprovado com média 9,1 no trabalho escrito, média 9,1 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 9,1 de **pontos**, estando o(a) estudante apto para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.


Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

Documento assinado digitalmente  
 **CLEITON MATEUS SOUSA**  
Data: 12/06/2026 14:53:46-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

*Assinatura Presidente da Banca*

Documento assinado digitalmente  
 **STONE DE SA**  
Data: 12/06/2026 12:00:07-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

*Assinatura Membro 1 Banca Examinadora*

Documento assinado digitalmente  
 **VINICIUS POLITI DUARTE**  
Data: 12/06/2026 12:58:31-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

*Assinatura Membro 2 Banca Examinadora*

Documento assinado digitalmente  
 **CASSIA CRISTINA REZENDE MIRZA**  
Data: 12/06/2026 13:53:33-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

*Assinatura Membro 3 Banca Examinadora*

*Dedico este trabalho a todos que contribuíram para a sua realização.*

## **AGRADECIMENTOS**

Chegar ao fim desta caminhada me faz olhar para trás com o coração transbordando gratidão. Foram anos de renúncias, de noites mal dormidas e de muitos quilômetros percorridos, mas cada gota de suor valeu a pena. A Agronomia me ensinou que, assim como no solo, a vida exige paciência para plantar e resiliência para colher. Hoje, ao entregar este trabalho, não entrego apenas papel e pesquisa, mas um pedaço da minha história e dos meus sonhos.

Agradeço, acima de tudo, a Deus. Por ser o meu sustento nos dias de cansaço extremo e por nunca me deixar desistir. Foi a Sua mão que me levantou quando o desânimo batia e a Sua luz que iluminou os caminhos que pareciam sem saída. Sem a fé que me move, eu não teria chegado até aqui.

Ao meu orientador Cleiton Mateus, que foi muito mais que um professor. Agradeço pela paciência, pelas palavras de incentivo quando eu duvidava da minha capacidade e por acreditar no meu potencial desde o primeiro dia. Sua confiança em mim foi o empurrão que eu precisava para voar mais alto.

À minha família, meu porto seguro e meu maior tesouro. Um agradecimento profundamente especial à minha mãe, Minervina Neta, que foi a minha primeira inspiração na vida e cujo amor e sacrifício me permitiram chegar até aqui. Obrigado por cada oração e por nunca duvidar de mim. À minha esposa, Camila Viríssimo, que esteve ao meu lado em cada noite de estudo e em cada momento de cansaço, sendo meu equilíbrio e minha maior incentivadora. Sem o seu amor e a sua paciência, esta caminhada teria sido muito mais difícil. Vocês são a razão de todo o meu esforço. Amo vocês infinitamente.

Aos meus amigos, que se tornaram irmãos de jornada e fizeram o IF ser a minha segunda casa. Agradeço pelas risadas que curaram dias difíceis e pela parceria constante. Um obrigado especial à Ana Laura Dâmaso, Cíntia Felix, Nelson Vinícius e Ian Trindade, por estarem comigo "nas trincheiras" da graduação, compartilhando sonhos, angústias e vitórias. Construimos memórias que levarei para a vida toda.

A todos que cruzaram o meu caminho e deixaram um pouco de si, o meu eterno e mais carinhoso muito obrigado. Esta vitória é nossa!

*“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre os ombros de gigantes”.*

*Isaac Newton*

## RESUMO

A *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd, popularmente conhecida como falsa-mirra, destaca-se por suas propriedades medicinais e potencial na produção de óleos essenciais. O entendimento da influência de fatores meteorológicos no rendimento de óleo essencial e no crescimento da planta pode contribuir para definir estratégias para o cultivo e obtenção de maior rendimento de óleo essencial. Avaliou-se a influência da radiação solar e do déficit hídrico controlado no rendimento de óleo essencial e no crescimento de *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, em delineamento experimental Inteiramente Casualizado, com quatro tratamentos, sendo: T1 = sombreamento sem déficit hídrico; T2 = sombreamento com déficit hídrico controlado; T3 = pleno sol sem déficit hídrico; T4 = pleno sol com déficit hídrico controlado. Avaliou-se o crescimento das plantas e o rendimento do óleo essencial em folhas da falsa mirra. O déficit hídrico controlado combinado com o ambiente sombreamento ou em pleno sol reduziu o acúmulo de massa fresca e seca nas plantas e o volume do sistema radicular, no entanto, favoreceu o rendimento de óleo nas folhas.

**Palavras-chave:** Plantas medicinais; Falsa mirra; Estresse abiótico; Radiação solar; Água.

## ABSTRACT

*Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd, commonly known as false myrrh, is recognized for its medicinal properties and its potential for essential oil production. Understanding the influence of environmental factors on plant growth and essential oil yield may contribute to the development of cultivation strategies aimed at maximizing biomass and oil production. This study evaluated the effects of solar radiation and controlled water deficit on the growth and essential oil yield of *Tetradenia riparia*. The experiment was conducted at the Federal Goiano Institute – Ceres Campus, using a completely randomized design with four treatments: T1 = shaded environment without water deficit; T2 = shaded environment with controlled water deficit; T3 = full sun without water deficit; and T4 = full sun with controlled water deficit. Plant growth parameters and essential oil yield from false myrrh leaves were evaluated. Controlled water deficit, under both shaded and full-sun conditions, reduced fresh and dry biomass accumulation as well as root system volume. However, water deficit promoted higher essential oil yield in the leaves. These results indicate that controlled water stress may be a viable strategy for increasing essential oil production in *T. riparia*, despite its negative effects on vegetative growth.

**Keywords:** Medicinal plants; *Tetradenia riparia*; Abiotic stress; Light intensity; Water deficit.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Peneiramento dos matérias .....	09
Figura 2 – Peneiramento dos matérias .....	09
Figura 3 – Substrato sendo misturado .....	10
Figura 4 – Substrato sendo misturado .....	10
Figura 5 – Substrato sendo homogeneizado.....	10
Figura 6 – Substrato em vasos plásticos .....	10
Figura 7 – Planta matriz .....	11
Figura 8 – Estacas sendo coletadas .....	11
Figura 9 – Estacas sendo coletadas .....	11
Figura 10 – Estacas sendo repicadas nos vasos .....	11
Figura 11 – Estacas sendo repicadas nos vasos .....	11
Figura 12 – Estacas sendo repicadas nos vasos .....	11
Figura 13 – Manejo padrão das estacas da falsa mirra até o enraizamento .....	12
Figura 14 – Manejo padrão das estacas da falsa mirra até o enraizamento .....	12
Figura 15 – Plantas da falsa mirra após o enraizamento .....	12
Figura 16 – Plantas da falsa mirra após o enraizamento .....	12
Figura 17 – Plantas da falsa mirra após o enraizamento .....	12
Figura 18 – Vasos no processo de saturação .....	13
Figura 19 – Pesando os vasos após 24 horas .....	13
Figura 20 – Pesando os vasos após 24 horas .....	13
Figura 21 – Pesando os vasos após 24 horas .....	13
Figura 22 – Pesando os vasos após 24 horas .....	13
Figura 23 – Vasos armazenados na sombra.....	14
Figura 24 – Pesando os vasos vedados após 24 horas.....	15
Figura 25 – Pesando os vasos vedados após 24 horas.....	15
Figura 26 – Vasos sendo espaçados em 30x30 cm.....	15
Figura 27 – Vasos sendo espaçados em 30x30 cm.....	15
Figura 28 – Vasos do tratamento 1 distribuídos .....	16
Figura 29 – Vasos do tratamento 2 distribuídos .....	16
Figura 30 – Vasos do tratamento 3 distribuídos .....	16
Figura 31 – Vasos do tratamento 4 distribuídos .....	16
Figura 32 – Leituras da evapotranspiração nos tanques classe A .....	17

Figura 33 – Leituras da evapotranspiração nos tanques classe A .....	17
Figura 34 – Leituras da evapotranspiração nos tanques classe A .....	17
Figura 35 – Reposição hídrica (100%) utilizando proveta. ....	17
Figura 36 – Planta com estresse após reposição hídrica (50%) .....	17
Figura 37 – Obtenção da altura da planta. ....	18
Figura 38 – Obtenção do diâmetro do caule com paquímetro.....	19
Figura 39 – Obtenção do diâmetro do caule com paquímetro.....	19
Figura 40 – Obtenção do diâmetro do caule com paquímetro.....	19
Figura 41 – Retirada das folhas para obter a massa fresca .....	19
Figura 42 – Obtenção da massa fresca do caule .....	19
Figura 43 – Amostras sendo secadas a 65°C .....	20
Figura 44 – Coleta de folhas para extração do óleo essencial .....	21
Figura 45 – Coleta de folhas para extração do óleo essencial .....	21
Figura 46 – Secagem das amostras em temperatura ambiente.....	21
Figura 47 – Secagem das amostras em temperatura ambiente.....	21
Figura 48 – Acondicionamento e identificação das amostras .....	21
Figura 49 – Obtendo a massa da amostra .....	22
Figura 50 – Adição das folhas no balão volumétrico .....	22
Figura 51 – Sistema de extração revestido com papel-alumínio.....	23
Figura 52 – Sistema de extração revestido com papel-alumínio .....	23
Figura 53 – Óleo essencial obtido junto com o hidrolato .....	23
Figura 54 – Óleo pronto para leitura no equipamento .....	23
Figura 55 – Amostras de óleo sendo pipetadas .....	24
Figura 56 – Amostras de óleo sendo pipetadas .....	24
Figura 57 – Amostra de óleo com hexano.....	24
Figura 58 – Altura das plantas aos 12 dias .....	25
Figura 59 – Altura das plantas aos 26 dias .....	25
Figura 60 – Altura das plantas aos 40 dias .....	26
Figura 61 – Diâmetro do caule aos 12 dias.....	27
Figura 62 – Diâmetro do caule aos 26 dias.....	28
Figura 63 – Diâmetro do caule aos 40 dias.....	28
Figura 64 – Massa fresca do caule .....	30
Figura 65 – Massa seca do caule.....	30
Figura 66 – Massa fresca das folhas.....	30

Figura 67 – Massa seca das folhas.....	31
Figura 68 – Aspecto visual da parte aérea das plantas de falsa mirra.....	31
Figura 69 – Massa fresca do sistema radicular.....	33
Figura 70 – Massa seca do sistema radicular.....	33
Figura 71 – Volume do sistema radicular.....	34
Figura 72 – Aspecto visual do sistema radicular de falsa mirra.....	34
Figura 73 – Massa fresca total.....	35
Figura 74 – Massa seca total.....	35
Figura 75 – Percentual da massa do caule.....	37
Figura 76 – Percentual da massa das folhas.....	37
Figura 77 – Percentual da massa das raízes.....	37
Figura 78 – Rendimento de óleo essencial.....	38

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Déficit hídrico .....	4
2.2 Radiação solar .....	5
2.3 Sombreamento .....	6
2.4 Óleo essencial .....	6
2.5 Falsa mirra ( <i>Tetradenia riparia</i> ) .....	7
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>9</b>
3.1 Preparo do substrato .....	9
3.2 Produção de mudas de falsa mirra .....	10
3.3 Determinação da Capacidade de Vaso .....	13
3.4 Delineamento experimental .....	15
3.5 Manejo hídrico .....	17
3.6 Variáveis avaliadas .....	18
3.7 Extração e rendimento do óleo essencial .....	20
3.8 Análise dos Dados .....	24
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
4.1 Altura das plantas .....	25
4.2 Diâmetro do caule .....	27
4.3 Massa fresca e seca da parte área .....	29
4.4 Massa fresca e seca do sistema radicular .....	32
4.5 Volume do sistema radicular .....	34
4.6 Massa fresca e seca total .....	35
4.7 Percentual de massa de raízes, caule e folhas .....	36
4.8 Rendimento de óleo essencial .....	38
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>40</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Em decorrência das mudanças climáticas globais e do aumento das temperaturas, espera-se que a intensidade e a duração das secas, bem como os períodos de estiagem, tornem-se mais frequentes. Na região Centro-Oeste, por exemplo, têm sido observados baixos índices pluviométricos (Silva et al., 2024). Essas condições reduzem a disponibilidade hídrica no solo e impõem estresse às plantas, exigindo mecanismos fisiológicos capazes de manter o equilíbrio hídrico e garantir sua sobrevivência. Nesse contexto, o sistema hidráulico vegetal desempenha papel fundamental, pois é responsável pelo transporte e pela distribuição de água entre os diferentes órgãos da planta, regulando sua transferência interna e contribuindo para a manutenção das funções metabólicas, do crescimento e do desenvolvimento vegetal (Suslov; Daminova; Egorov, 2024).

As áreas cultivadas com irrigação abrangem mais de 20% globalmente, sendo responsável por mais de 40% da produção mundial de alimentos. A irrigação por déficit surge como uma alternativa eficaz de manejo da água, possibilitando ampliar a área irrigada diante de recursos hídricos limitados. Diante das distintas respostas das plantas ao estresse hídrico em diferentes fases de desenvolvimento, é necessário um forte planejamento da irrigação, ainda que o impacto sobre a produtividade seja relativamente pequeno. Ao adotar essa técnica, é essencial considerar o momento e a intensidade do estresse hídrico imposto às culturas (El-Shafei; Mattar, 2022).

Pesquisas relacionadas à adaptação das plantas aos diferentes níveis de luminosidade são relevantes, especialmente em espécies medicinais e aromáticas, uma vez que a luz influencia não apenas o crescimento e o desenvolvimento vegetal, mas também a síntese de metabólitos secundários, incluindo os compostos constituintes dos óleos essenciais. Dentre os fatores físicos do ambiente, a luz destaca-se por sua função fundamental na regulação da produção primária, contribuindo de maneira decisiva para o crescimento vegetal (Tribuzy et al., 2022). Além disso, alterações na intensidade luminosa podem modificar características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas das plantas, afetando diretamente a quantidade e a composição dos óleos essenciais produzidos.

Em *Tetradenia riparia* (falsa-mirra), o manejo da luminosidade tem sido apontado como uma importante estratégia para otimizar o crescimento vegetativo e a

produção de óleo essencial. De acordo com Nogueira et al. (2025), o sombreamento proporciona melhores condições microclimáticas para as culturas, devido à redução da temperatura e do estresse hídrico, além de contribuir indiretamente para o controle de plantas daninhas adaptadas a ambientes de alta intensidade luminosa e rápido crescimento.

A luz é um dos principais fatores que regulam o crescimento e o desenvolvimento de espécies da família Lamiaceae, como *Lavandula* spp., além de influenciar diretamente a produção de metabólitos secundários e óleos essenciais (Sales, 2026). Em estudo realizado com *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth., Ribeiro et al. (2022) verificaram que o sombreamento moderado (50%–70%) favoreceu o acúmulo de biomassa foliar e aumentou o teor e o rendimento de óleo essencial em comparação ao cultivo em pleno sol.

Segundo Assis et al. (2022), o nível de radiação solar é fundamental para o processo fotossintético, consequentemente, para o desenvolvimento das plantas. O nível de radiação influencia na assimilação de carbono, afetando, a produção de óleos essenciais nas espécies vegetais, visto que a síntese desses compostos está interligada as vias bioquímicas do metabolismo primário. Dito isso, o aumento no rendimento e nas propriedades medicinais das plantas, pode ser obtido através de ajustes adequados na intensidade luminosa.

O metabolismo primário está relacionado aos processos essenciais à vida das plantas, como fotossíntese, respiração e transporte de solutos. Já o metabolismo secundário envolve a produção de compostos específicos de cada espécie, responsáveis por características químicas com importância industrial, farmacológica e fitoterápica. Sua síntese ocorre como uma via paralela ao metabolismo primário e pode ser influenciada por condições ambientais. Entre os principais grupos de metabólitos secundários destacam-se os terpenos, compostos fenólicos e alcaloides, que desempenham funções importantes na defesa da planta e em suas atividades biológicas e farmacológicas (Maciel, 2023).

A *Tetradenia riparia* Hochsteter codd. pertence à família Lamiaceae, conhecida popularmente no Brasil como falsa-mirra, pluma-de-névoa, incenso ou lavândula, sendo utilizada como planta ornamental em diversos jardins. Essa espécie é amplamente utilizada na medicina tradicional, no tratamento de diversas

enfermidades, como: malária, angina, boubá, verminoses, gastroenterite, gonorreia, abscessos dentários, dores de cabeça e febre (Silva, 2023).

Espécies pertencentes a esta família são amplamente cultivadas no Brasil, entretanto, tem poucos estudos relacionados aos efeitos do seu óleo essencial. Porém o conhecimento empírico, é empregado ao longo dos anos, visto que em países africanos, a espécie é frequentemente plantada ao redor das residências com a função de repelir mosquitos transmissores de doenças, como a malária. Além disso, é amplamente empregada na medicina tradicional para o tratamento de resfriados, dores de cabeça, infertilidade feminina e doenças respiratórias (León, 2024).

Segundo León, (2024), estudos demonstram que o óleo essencial extraído das folhas de *Tetradenia riparia* apresenta atividades analgésica e antimicrobiana, especialmente contra *Staphylococcus aureus*. Além disso, a espécie contém compostos bioativos com elevado potencial citotóxico e antioxidante, incluindo ácido ascórbico,  $\beta$ -caroteno, ubiquinona, taninos e 6,7-desidroroileanona. Também foram relatadas atividades antifúngica, com ação sobre *Alternaria alternata*, antibacteriana, antiviral e anticolinesterásica, evidenciando o amplo potencial farmacológico da espécie. De acordo Faria et al. (2023), diversos compostos fitoquímicos já foram isolados das folhas, entre eles ibozol, 7 $\alpha$ -hidroxiroileanona, 8(14),15-sandaracopimaradieno-7 $\alpha$ ,18-diol, 6,7-desidroroileanona, 1',2'-dideacetilboronólídeo, 5,6-dihidro- $\alpha$ -pirona e  $\alpha$ -pirona.

As propriedades medicinais das plantas podem ser obtidas por meio de extratos vegetais e óleos essenciais, os quais são resultantes da extração de compostos presentes no material vegetal por meio de solventes específicos, como água, álcoois e óleos vegetais. Esse processo pode envolver diversas partes vegetais, como folhas, caules, flores e sementes, possibilitando a obtenção de compostos de interesse medicinal e farmacológico (Faria et al., 2023).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes condições de luminosidade (pleno sol e sombreamento) e disponibilidade hídrica (100% e 50% da reposição hídrica) sobre o crescimento vegetativo e o rendimento do óleo essencial de *Tetradenia riparia*.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Déficit hídrico**

Atualmente a seca caracteriza-se como um dos principais impactos climáticos sobre a agricultura, sendo assim, é essencial o uso eficiente da água em áreas irrigadas, pois esse cenário pode comprometer o crescimento e o desenvolvimento das plantas, conseqüentemente, redução da produtividade (Daniel et al., 2023).

Estima-se que a agricultura irrigada consome cerca de 70% da água doce disponível, reforçando a necessidade da utilização eficiente e sustentável desse recurso. Dessa forma, o manejo correto da irrigação torna-se primordial. Para isso, existem várias metodologias utilizadas, destacando-se principalmente, o método baseado em dados climáticos, que leva em conta a reposição da água perdida diariamente através da evapotranspiração. Outra metodologia amplamente utilizada, é a do Tanque Classe A, que combina variáveis meteorológicas com características da cultura, sendo uma alternativa de baixo custo e de fácil aplicação no campo (Freitas, 2025).

Segundo Cigarruista et al. (2023), estudos feitos com irrigação por déficit controlado (IDC), vem obtendo um papel relevante nos últimos anos. O IDC baseia-se no uso racional da água, priorizando momentos estratégicos, principalmente quando não há disponibilidade hídrica para atender as necessidades da cultura. Diante disso, o volume de água fornecido, é reduzido, durante estádios fenológicos menos sensíveis, sem comprometer significativamente o desenvolvimento e a produtividade das plantas.

O estresse hídrico provoca alterações fisiológicas e morfológicas nas plantas, como redução do potencial hídrico, fechamento estomático, diminuição da fotossíntese, menor crescimento da parte aérea e aceleração da senescência foliar. Em contrapartida, em plantas medicinais e aromáticas, o déficit hídrico pode estimular o acúmulo de compostos bioativos, especialmente terpenos, em espécies herbáceas e arbustivas (Sousa e Sousa, 2017).

## 2.2 Radiação solar

A radiação solar influencia diretamente no crescimento e a produtividade das plantas, pois interfere no metabolismo, na morfologia, na anatomia, em processos fisiológicos e no florescimento (Barroso-Neto et al., 2025).

O conhecimento sobre os requerimentos de luz em espécies medicinais é essencial para compreender a produtividade fotossintética e o desenvolvimento estrutural das plantas, influenciando a morfologia de folhas, caules e raízes. A intensidade luminosa afeta diretamente a produção de metabólitos secundários, permitindo prever a composição química e o desempenho de culturas de interesse econômico (Ribeiro et al., 2022). Além disso, a radiação solar por ser um fator abiótico fundamental, é indispensável à fotossíntese e ao crescimento vegetal, podendo alterar processos fisiológicos e anatômicos que impactam o acúmulo desses metabólitos. Dessa forma, a assimilação de carbono e a produção de óleos essenciais também são influenciadas, uma vez que sua síntese depende do metabolismo primário (Thakur & Kumar, 2021).

Dentre os principais processos fisiológicos influenciados pela radiação solar, destacam-se a fotossíntese, a fotomorfogênese, o fototropismo, a mutagênese e a termogênese. Esses processos envolvem a produção de energia química, a assimilação de dióxido de carbono, a diferenciação de órgãos e tecidos, a orientação do crescimento em direção à luz, possíveis alterações genéticas e as trocas de energia entre a planta e o ambiente (Barroso-Neto et al., 2025).

A radiação que chega ao planeta, é subdividida em três faixas principais, sendo: Luz visível - comprimentos de onda que vão do vermelho (cerca de 700 nm) ao violeta (aproximadamente 420 nm). Além dessa faixa, temos a ultravioleta - comprimentos de onda entre 100 e 400 nm, e a infravermelha, que vai dos 700 nm até cerca de 1 mm. No espectro visível, destaca-se a radiação fotossinteticamente ativa (PAR), situada entre 400 e 700 nm, fundamental para o metabolismo primário das plantas. Ela é absorvida pela clorofila e por outros pigmentos, responsáveis pela captação da energia luminosa durante a fotossíntese. Esse processo permite a transformação da energia luminosa em compostos orgânicos, como a glicose, que posteriormente participam de diversas rotas bioquímicas, contribuindo para a formação de biomassa vegetal (Navarrete; Becerra, 2023).

### **2.3 Sombreamento**

Ambientes sombreados podem causar estresse em alguns tipos de plantas, pois a baixa disponibilidade luminosa interfere negativamente em processos fisiológicos fundamentais, como a fotossíntese e a condutância estomática. Como estratégia de adaptação, as plantas submetidas nesses ambientes, tendem a produzir folhas mais finas e com quantidade menor de cloroplastos, quando comparadas àquelas cultivadas em sob plena exposição solar (Chung; Livesley; Farrell, 2023).

A utilização de ambientes sombreados, feito com telados (sombrite), é uma boa opção para reduzir a intensidade luminosa, proporcionando um microclima favorável para a planta. Apesar do sombreamento gerar melhores condições, como redução do estresse hídrico e térmico, pode afetar negativamente o desenvolvimento de algumas plantas, principalmente aquelas de ambientes com alta intensidade luminosa, como algumas plantas daninhas (Nogueira et al., 2025).

A intensidade luminosidade está relacionada diretamente, com o crescimento e desenvolvimento das plantas. Por isso, ao ser mantida dentro da faixa ideal, a taxa fotossintética é maximizada, favorecendo o desenvolvimento vegetal. Nesse cenário, a utilização de telas para sombreamento, juntamente com manejo adequado, contribui para o aumento da produção das plantas (Silva; Andrade, 2023).

### **2.4 Óleo essencial**

Os óleos essenciais (OE), são compostos bioativos extraídos de plantas medicinais, sendo provenientes do metabolismo secundário vegetal. Eles podem ser obtidos de diferentes partes da planta, como: flores, botões, folhas, ramos, cascas, sementes, frutos, raízes e rizomas. Os óleos essenciais são ricos em compostos aromáticos, principalmente terpenos e seus derivados, que executam um papel essencial em diversas atividades biológicas, como ações antibacteriana, antiparasitária, antifúngica, antioxidante, antiviral e anti-inflamatória. Além disso, apresentam outras propriedades medicinais relevantes, incluindo potencial atividade anticancerígena (Queiroz et al., 2023).

Os óleos essenciais desempenham funções importantes para a sobrevivência das plantas em seus ecossistemas. Sua produção está relacionada à regulação do metabolismo secundário, que depende da capacidade genética da planta em responder, no momento adequado, a estímulos internos e externos, frequentemente associados a condições de estresse ou à limitação de fatores essenciais ao seu desenvolvimento (Assis et al., 2022).

De acordo com Marciel (2023), o metabolismo primário está ligado aos processos vitais das plantas, enquanto o secundário produz compostos específicos, como terpenos, fenólicos e alcaloides, importantes para a defesa vegetal e para aplicações farmacológicas, sendo influenciado pelas condições ambientais.

A produção de óleos essenciais nas plantas está associada à presença de estruturas secretoras especializadas, como tricomas glandulares, ductos e canais de resina, responsáveis pelo acúmulo de terpenos e outros compostos voláteis. Em *Tetradenia riparia*, já foram identificados diversos metabólitos nas folhas e no óleo essencial, incluindo diterpenoides,  $\alpha$ -pironas e esteróis, além de uma composição química complexa com aproximadamente 200 componentes. Esses compostos apresentam relevante potencial biológico, com atividades antimicrobiana, antiespasmódica, antitrichomonas e ação inibitória sobre o crescimento radicular, o que reforça o interesse farmacológico (Martins et al., 2009).

O método mais empregado mundialmente para a extração de óleos essenciais, é a destilação a vapor. Durante o processo, a água destilada é aquecida, e seu vapor atravessa os tecidos do material vegetal, promovendo a extração do óleo por arraste. Alguns óleos essenciais possuem maior concentração de hidrocarbonetos terpênicos, já outros apresentam predominância de compostos oxigenados (Castro; Sousa: Batista, 2024).

## **2.5 Falsa mirra (*Tetradenia riparia*)**

As plantas medicinais são espécies vegetais utilizadas para fins terapêuticos devido à presença de compostos bioativos produzidos pelo metabolismo secundário. Seu uso remonta às civilizações antigas e, com o avanço científico e tecnológico, os métodos de extração, isolamento e caracterização desses compostos têm sido continuamente aprimorados (Faria et al., 2023).

Diante desse contexto, temos a família Lamiaceae possuindo várias espécies vegetais, utilizadas como medicinais. No geral, essas plantas são ricas em óleos essenciais, que são de suma importância para a medicina, farmacologia, natural, cosmetologia e aromaterapia. Dentro dessa família, destaca-se o gênero *Tetradenia*, composto por cerca de 20 espécies, principalmente de porte arbustivo, plantas aromáticas, com certa de 1 e 3 metros de altura. A *Tetradenia riparia* é comumente conhecida como falsa-mirra, mirra brasileira, incenso, lavândula, limonete ou pluma-de-névoa (Sena et al., 2024).

*Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd é uma espécie aromática pertencente à família Lamiaceae, nativa do Sul da África e conhecida no Brasil como falsa-mirra, sendo amplamente utilizada como planta ornamental. O óleo essencial da espécie apresenta composição química complexa, formada principalmente por terpenoides, como monoterpenos, sesquiterpenos e diterpenos, com predominância destes últimos, evidenciando a importância dessa planta para a indústria farmacêutica (Rabelo et al., 2024).

Os óleos essenciais, são compostos bioativos com diversas propriedades terapêuticas como a atividade antimicrobiana, podendo ser uma alternativa no tratamento da mastite subclínica em bovinos. Pesquisas realizadas utilizando plantas medicinais, principalmente a falsa mirra (*Tetradenia riparia*), apresentaram potencial antimicrobiano e antifúngico. Das partes da planta, as folhas são as mais utilizadas no tratamento de diferentes enfermidades, pois possuem maior concentração de óleo essencial e de fitoconstituintes (Laginestra et al., 2024).

De acordo com Cella et al. (2023), a óleo essencial das folhas da falsa mirra apresentaram maior eficiência e elevado potencial larvicida, com  $CL_{99,9} = 83,53 \mu\text{g mL}^{-1}$ . Em condições seminaturais, os óleos essenciais demonstraram eficiência superior a 98% em todos os compostos avaliados. Os resultados indicam que os teores de óleo essencial foram eficazes contra larvas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* tanto *in vitro* quanto *ex situ*, evidenciando que a planta possui moléculas bioativas com significativa ação larvicida.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, localizado nas coordenadas geográficas de 15°20'54" de latitude Sul, 49°39'03" de longitude Oeste e altitude de 574 m, no período de março a junho de 2025. A pesquisa foi conduzida em ambiente sombreado com tela sombrite® de 70% e em pleno sol. O clima do local é classificado no Sistema Internacional de Koppen - Geiger como Aw, com verão quente chuvoso e inverno seco ameno (Cardoso et al., 2014).

O trabalho consistiu no preparo de substrato para o cultivo das plantas, produção das mudas, monitoramento dos fatores meteorológicos, avaliação do crescimento das plantas, extração e determinação do rendimento do óleo essencial e análise dos dados. As mudas foram obtidas de plantas matrizes cultivadas na área experimental do IF Goiano – Campus Ceres.

#### 3.1 Preparo do substrato

O substrato foi preparado utilizando-se a proporção de três partes de terra, duas partes de esterco bovino e uma parte de areia. Os componentes foram peneirados e homogeneizados manualmente com o auxílio de pás, carrinhos de mão, peneiras e enxadas, até que se obtivesse uma mistura uniforme. Em seguida, o substrato foi distribuído em vasos plásticos (Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6).



Figuras 1 e 2 - Peneiramento dos materiais.



**Figuras 3 e 4** - Substrato sendo misturado.

**Figura 5** - Substrato homogeneizado.



**Figura 6** - Substrato em vasos plásticos.

### **3.2 Produção de mudas de falsa mirra**

As mudas foram preparadas a partir de estacas coletadas de plantas matrizes cultivadas na área experimental do campus, mediante corte em bisel no ramo principal, priorizando-se material vegetal menos lignificado e com maior atividade fisiológica, evitando-se o uso de ramos lenhosos.

As estacas apresentavam aproximadamente 20 cm de comprimento, sendo removidas as folhas da base e mantendo as quatro folhas do ápice da estaca. Posteriormente, realizou-se a padronização das estacas, efetuando-se cortes próximos às gemas, de forma que três gemas permanecessem enterradas no

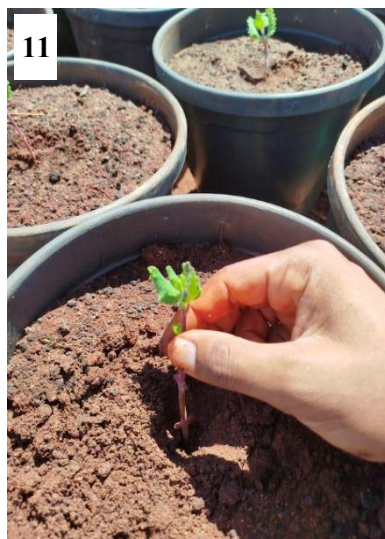
substrato e duas acima da superfície. Após a inserção das estacas no substrato nos vasos, manteve em ambiente sombreado e irrigação até a formação das mudas (Figuras 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17).



**Figura 7** - Planta matriz.



**Figuras 8 e 9** - Estacas sendo coletadas.



**Figuras 10, 11, 12** - Estacas sendo repicadas nos vasos.



**Figuras 13 e 14 -** Manejo padrão das estacas da falsa mirra até o enraizamento.



**Figuras 15, 16 e 17 -** Plantas da falsa mirra após o enraizamento.

### 3.3 Determinação da Capacidade de Vaso

A irrigação foi realizada com base na capacidade de retenção de água dos vasos. O procedimento para determinação da capacidade de campo seguiu as seguintes etapas: Inicialmente, quatro vasos vazios foram tarados e, em seguida, preenchidos com substrato, sendo posteriormente pesados para determinação do peso seco do substrato. Na sequência, os vasos foram colocados em um recipiente contendo água até a metade de sua altura e permaneceram submersos por 24 horas, período suficiente para a completa saturação do substrato (Figura 18). Após esse período, os vasos foram novamente pesados para a determinação do peso úmido e, em seguida, vedados com filme plástico e mantidos à sombra (Figuras 19, 20, 21, 22 e 23).



**Figura 18** - Vasos no processo de saturação.



**Figuras 19, 20, 21, e 22** - Pesando os vasos após 24 horas.



**Figura 23** - Vasos armazenados na sombra.

Em seguida, realizaram-se pesagens dos quatro vasos vedados, em intervalos de 24 horas, com o objetivo de monitorar a perda de água até a estabilização do peso, ocorrida aos 15 dias consecutivos (Figuras 24 e 25). Ao final do período, calculou-se a média dos pesos registrados nos três últimos dias, da qual foi subtraído o peso seco dos vasos. O valor obtido foi utilizado para determinar o volume máximo a ser aplicado em cada vaso.



Figuras 24 e 25 - Pesando os vasos vedados após 24 horas.

### 3.4 Delineamento experimental

Adotou-se o delineamento experimental Inteiramente Casualizado, com quatro tratamentos e 10 plantas por unidade experimental, sendo: T1 = sombreamento sem déficit hídrico; T2 = sombreamento com déficit hídrico controlado; T3 = pleno sol sem déficit hídrico; T4 = pleno sol com déficit hídrico controlado. Os vasos foram distribuídos nos dois ambientes conforme o manejo hídrico (Figuras: 26, 27, 28, 29, 30 e 31).



Figuras 26 e 27 - Vasos sendo espaçados em 30x30 cm.



**Figura 28** - Vasos do tratamento 1 distribuídos.



**Figura 29** - Vasos do tratamento 2 distribuídos.



**Figura 30** - Vasos do tratamento 3 distribuídos.

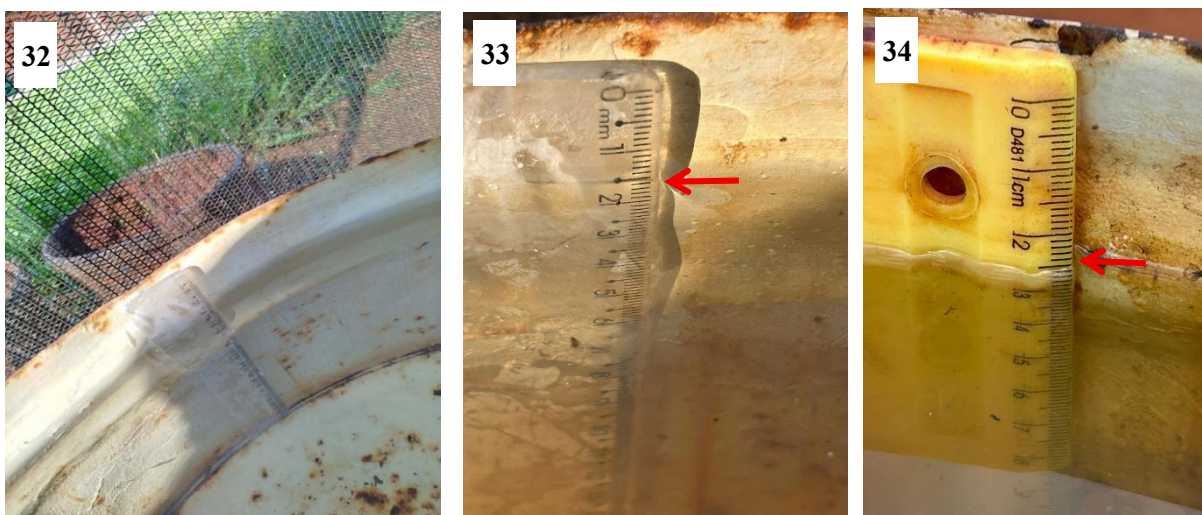


**Figura 31** - Vasos do tratamento 4 distribuídos.

### 3.5 Manejo hídrico

A diferenciação da irrigação, conforme os tratamentos foi iniciada em 04/05/2025, sendo realizada uma vez ao dia. O volume de água fornecido em cada tratamento foi definido considerando a evapotranspiração, por meio de tanques Classe A, e o manejo hídrico proposto (Figuras 32, 33, 34, 35 e 36).

Os tratamentos T1 e T3 receberam 100% da lâmina de água, enquanto os tratamentos T2 e T4 receberam 50% do volume recomendado, calculado com base nas leituras obtidas no tanque Classe A. Esse manejo foi conduzido com turno de rega de 48 horas durante os primeiros 29 dias e, em seguida, diariamente até o encerramento do experimento.



Figuras 32, 33 e 34 - Leituras da evapotranspiração nos tanques classe A.



Figura 35 - Reposição hídrica (100%) utilizando proveta.



Figura 36 - Planta com estresse após reposição hídrica (50%).

### 3.6 Variáveis avaliadas

Os dados referentes à altura das plantas foram obtidos com auxílio de régua métrica, enquanto o diâmetro do caule foi mensurado com paquímetro. As avaliações foram realizadas em intervalos quinzenais: 02/05/2025; 16/05/2025; 30/05/2025 e 13/06/2025 (Figuras 37, 38, 39 e 40). As variáveis relacionadas às massas fresca e seca, bem como ao volume e comprimento do sistema radicular, foram determinadas ao final do experimento aos 40 dias após o início dos tratamentos (14/06/2025).

Para a determinação da massa fresca, as estruturas vegetais (folhas, caules e raízes) foram separadas e pesadas em balança analítica (Figuras 41 e 42). Em seguida, o material foi submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, durante 72 horas (Figura 43). Após esse período, as amostras foram novamente pesadas para obtenção da massa seca.

O volume do sistema radicular foi determinado pelo método de deslocamento de água em proveta graduada, utilizando-se um volume inicial conhecido. A diferença observada após a imersão das raízes correspondeu ao volume radicular. Já o comprimento do sistema radicular foi obtido com o auxílio de uma régua métrica.



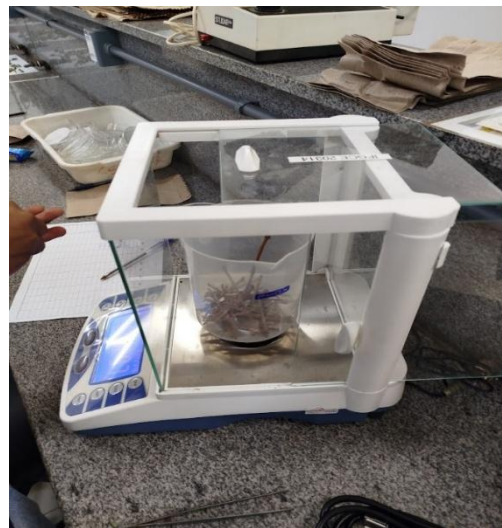
**Figura 37** - Obtenção da altura da planta.



**Figuras 38, 39 e 40** - Obtenção do diâmetro do caule com paquímetro.



**Figura 41** - Retirada das folhas para obter a massa fresca.



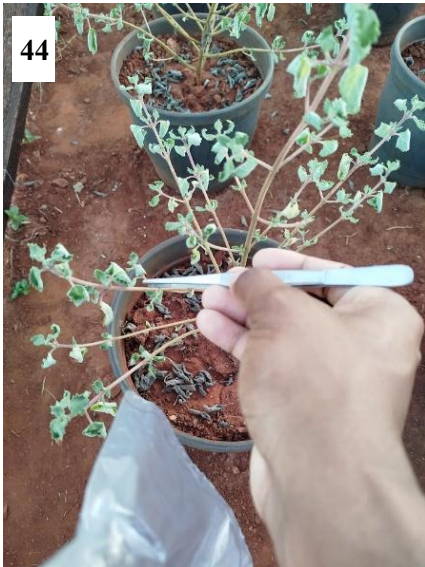
**Figura 42** - Obtenção da massa fresca do caule.



**Figura 43** - Amostras sendo secadas a 65°C.

### **3.7 Extração e rendimento do óleo essencial**

Foram coletadas apenas as folhas para a extração do óleo essencial, devido à maior quantidade de tricomas presentes nesse órgão vegetal. As coletas foram realizadas com o auxílio de pinça, no período da manhã (Figuras 44 e 45). As folhas foram mantidas na bancada do laboratório, sobre folhas de papel A4, durante seis dias após a coleta, para secagem em temperatura ambiente (Figuras 46 e 47). Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e etiquetadas (Figura 48).



**Figuras 44 e 45** – Coleta de folhas para extração do óleo essencial



**Figuras 46 e 47** – Secagem das amostras em temperatura ambiente.



**Figura 48** – Acondicionamento e identificação das amostras

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação utilizando aparelho do tipo Clevenger, seguindo os princípios metodológicos descritos na Farmacopeia Brasileira para obtenção de óleos voláteis. O material vegetal foi submetido ao processo por três horas, permitindo a extração e recuperação dos compostos aromáticos presentes na amostra (ANVISA, 2024). Foram realizadas quatro extrações diárias, enquanto as demais amostras permaneceram congeladas, visando evitar perdas do óleo essencial.

Para a realização da extração pelo sistema de hidrodestilação, adicionou-se ao balão uma massa conhecida de folhas secas, variando de acordo com a repetição e o tratamento, juntamente com aproximadamente 500 mL de água destilada, correspondendo a cerca de metade do volume do balão (Figuras 49 e 50). Também foram adicionadas esferas de porcelana, com a finalidade de evitar superaquecimento e condensação excessiva no fundo do recipiente. Em seguida, o sistema permaneceu aquecido na manta aquecedora por um período de três horas (ANVISA, 2024).

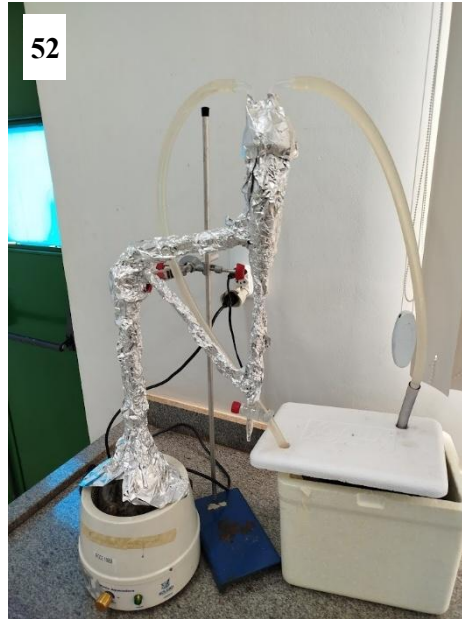
O equipamento foi revestido com papel-alumínio para reduzir a incidência de luz, devido à suscetibilidade do óleo essencial à fotooxidação (Figuras 51 e 52). Após o período de extração, obteve-se o óleo essencial juntamente com o hidrolato (Figura 53). Antes da separação das fases, realizou-se a leitura do volume de óleo extraído diretamente no equipamento (Figura 54).



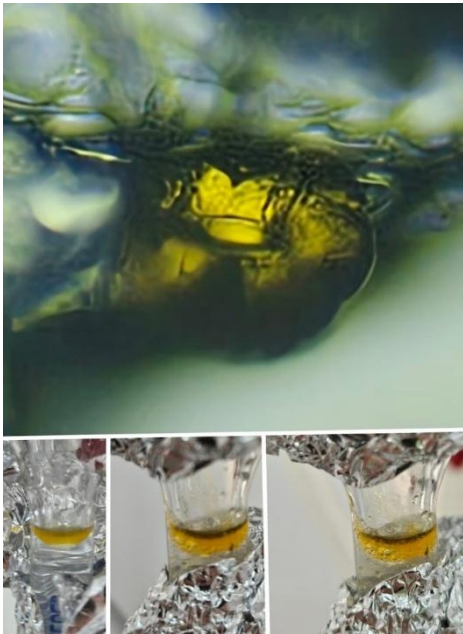
**Figura 49** – Obtendo a massa da amostra.



**Figura 50** – Adição das folhas no balão volumétrico.



**Figuras 51 e 52** – Sistema de extração revestido com papel-alumínio.



**Figura 53** – Óleo essencial obtido junto com o hidrolato.

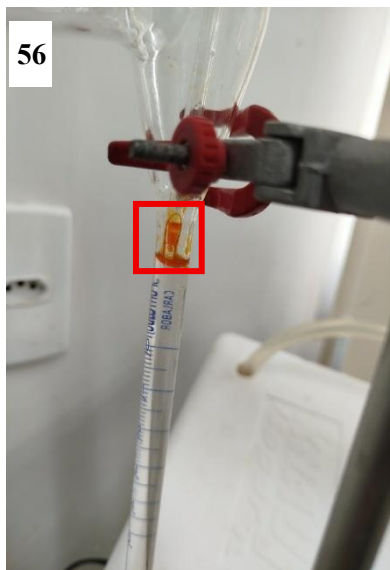
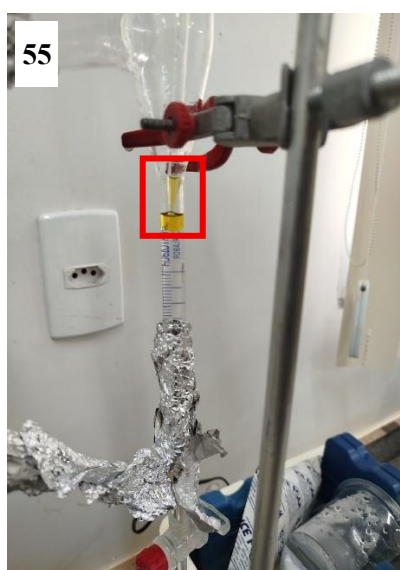


**Figura 54** – Óleo pronto para leitura no equipamento.

A separação entre o hidrolato e o óleo essencial foi realizada com o auxílio de pipeta (Figuras 55 e 56). Posteriormente, realizou-se a recuperação do óleo residual utilizando hexano como solvente (Figura 57). Em seguida, o solvente foi volatilizado, restando apenas o óleo essencial obtido. Ao final de cada extração, o equipamento foi higienizado na seguinte sequência: água corrente, álcool, água corrente, hexano e água destilada. Não foi utilizado qualquer tipo de sabão, visando evitar contaminações por resíduos.

O cálculo do rendimento do óleo essencial foi realizado utilizando-se a seguinte fórmula:  $\text{Rendimento (\%)} = (\text{Volume de óleo obtido} / \text{massa da amostra}) \times 100 \text{ (v/m)}$

Como exemplo, para uma extração com rendimento de 0,2 mL de óleo obtido a partir de 57,6 g de amostra, o cálculo foi:  $\text{Rendimento (\%)} = (0,2 / 57,6) \times 100 = 0,34\% \text{ (v/m)}$ .



**Figuras 55 e 56** – Amostras de óleo sendo pipetadas.



**Figura 57** – Amostra de óleo com hexano.

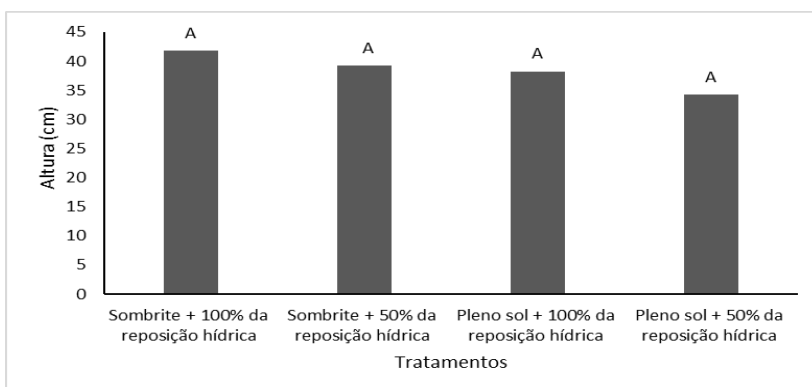
### 3.8 Análise dos Dados

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), segundo o delineamento inteiramente casualizado (DIC), as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar e os gráficos foram elaborados no Microsoft Office User - Excel.

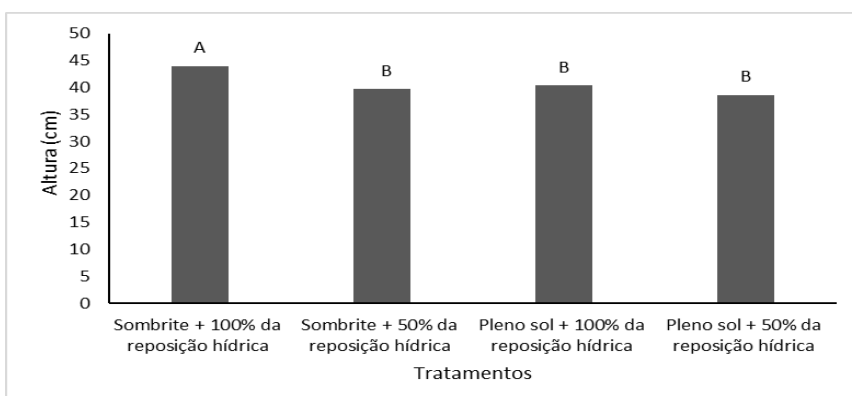
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Altura das plantas

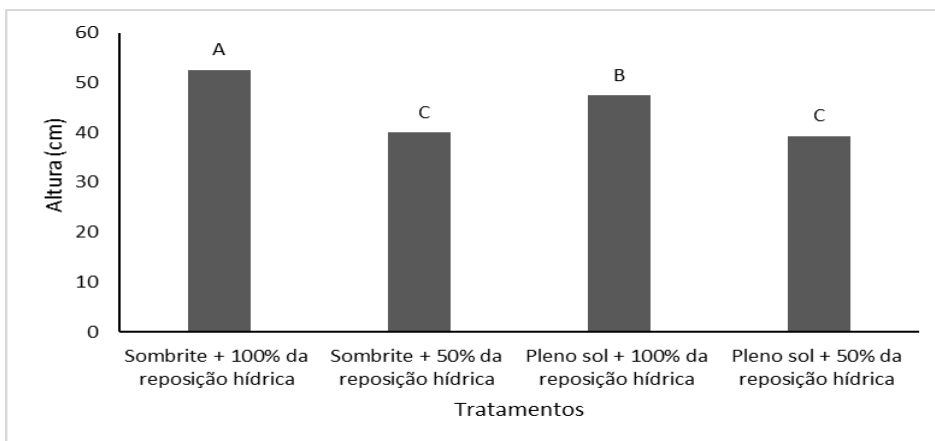
As figuras 58, 59 e 60 apresentam a altura das plantas aos 12, 26 e 40 dias após o início dos tratamentos. Com base nos gráficos de altura, verificou-se que, nas primeiras datas de avaliação com intervalos de 14 dias, os tratamentos apresentaram comportamento semelhante, sem diferenças expressivas entre si. Já aos 26 dias e aos 40 dias, observou-se aumento progressivo na altura das plantas, com destaque para o tratamento conduzido sob sombrite com 100% de reposição hídrica, o qual apresentou as maiores médias ao final do período avaliado, diferindo significativamente dos demais tratamentos.



**Figura 58** – Altura (cm) das plantas de falsa mirra no dia aos 12 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 59** – Altura (cm) das plantas de falsa mirra no dia aos 26 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 60** – Altura (cm) das plantas de falsa mirra no dia aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Pereira et al. (2024), os resultados obtidos em experimento com cafeeiro demonstraram que as plantas irrigadas apresentaram desempenho superior em comparação às não irrigadas, com incrementos médios de 24,4% na altura das plantas e de 20% no diâmetro do caule. Esse aumento no crescimento vegetativo esteve diretamente relacionado à maior disponibilidade e regularidade no fornecimento de água, condição que proporcionou balanço hídrico adequado e favoreceu o desenvolvimento vegetativo das plantas.

Além disso, o número de ramos e de pares de folhas foi significativamente maior nas plantas irrigadas, apresentando acréscimos de 58,82% e 88,15%, respectivamente. Esses resultados reforçaram a hipótese de que a irrigação favoreceu a formação de novos tecidos e estruturas laterais, contribuindo de maneira significativa para o crescimento e o potencial produtivo das plantas (Pereira et al., 2024).

O estresse hídrico induz alterações fisiológicas e morfológicas nas plantas, incluindo redução do potencial hídrico, fechamento estomático, diminuição da taxa fotossintética, restrição do crescimento da parte aérea e antecipação da senescência foliar, em plantas medicinais (Sousa e Sousa, 2017).

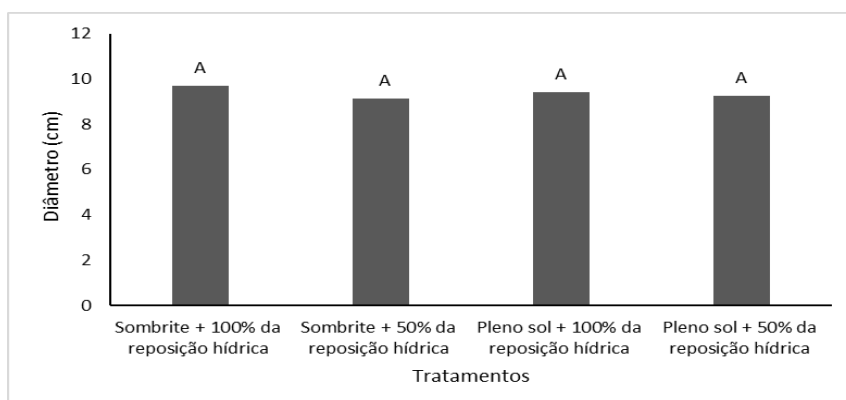
Os tratamentos que apresentaram menores valores de altura indicaram que as condições impostas limitaram o crescimento longitudinal das plantas, possivelmente em decorrência da restrição no desenvolvimento vegetativo. A diferenciação mais evidente entre os tratamentos nas últimas avaliações sugeriu que os efeitos das

condições de cultivo se intensificaram ao longo do tempo, refletindo diretamente no crescimento em altura das plantas.

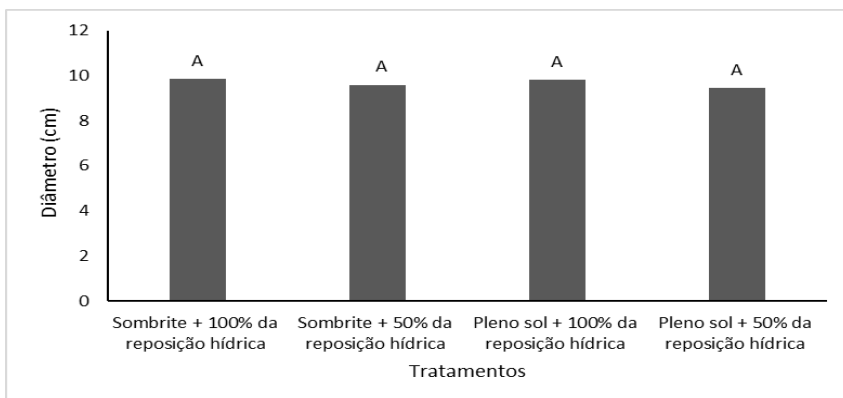
Um estudo feito por Mello (2022), apresentou resultados com hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*), onde as plantas submetidas às reposições hídricas de 75% e 100% apresentaram maior altura em comparação àquelas sob 50% de reposição. A disponibilidade de água está diretamente relacionada a processos fisiológicos, como a abertura estomática; assim, a restrição hídrica induz o fechamento dos estômatos, reduzindo a assimilação de carbono e a produção de fotoassimilados. Além disso, a água contribui para a manutenção da turgescência celular, essencial ao crescimento vegetativo, e atua como doadora de elétrons no processo fotossintético, favorecendo a síntese de matéria orgânica e seu transporte via floema. Nesse contexto, as auxinas produzidas nos ápices meristemáticos podem ser redistribuídas pelo floema por meio do transporte polar, promovendo o crescimento vegetal.

#### 4.2 Diâmetro do caule

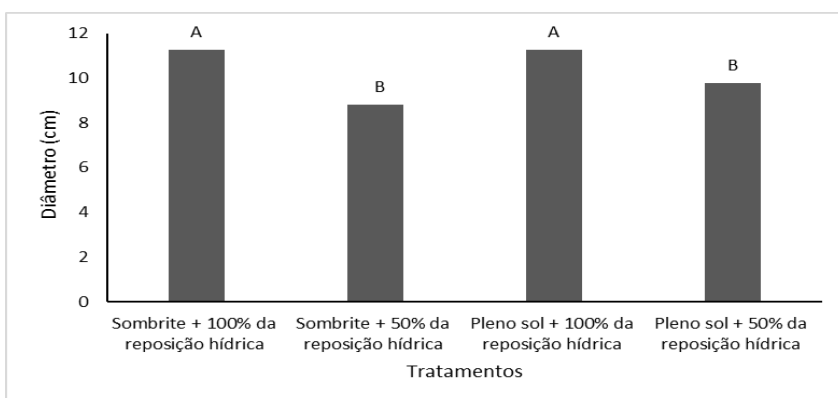
Os gráficos referentes ao diâmetro do caule apresentaram tendência semelhante observada na altura das plantas. Nas avaliações iniciais, realizadas aos 12 e 26 dias com intervalos de 14 dias, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos (Figuras 61 e 62). Já na última avaliação realizada aos 40 dias, os tratamentos sob sombreamento e a pleno sol, ambos com 100% de reposição hídrica, diferiram significativamente dos demais tratamentos (Figura 63).



**Figura 61** – Diâmetro (cm) do caule das plantas aos 12 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 62** – Diâmetro (cm) do caule das plantas aos 26 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 63** – Diâmetro (cm) do caule das plantas aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em estudo conduzido por Silva (2025), o diâmetro do caule apresentou incremento gradual até as lâminas intermediárias de irrigação, seguido de estabilização nas maiores lâminas aplicadas. Resultados semelhantes foram relatados por Soliman et al. (2025), que, ao avaliarem trocas gasosas, fluorescência da clorofila e diâmetro do caule em plantas de soja submetidas ao estresse hídrico, observaram que a deficiência de água promoveu contração do caule durante o período diurno e menor expansão no período noturno, resultando em menores valores de diâmetro quando comparados às plantas mantidas sob irrigação adequada.

Resultados semelhantes também foram descritos por Narayana et al. (2024), os quais verificaram redução na espessura do caule em genótipos de soja submetidos

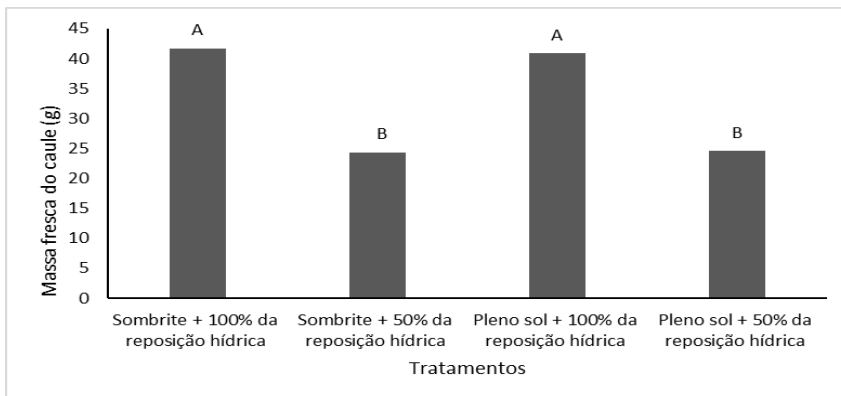
ao déficit hídrico, atribuída à limitação da atividade cambial e à menor acumulação de reservas estruturais.

De acordo com Mello (2022), em um experimento com hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*) obteve-se um aumento do diâmetro do caule ao final dos 90 dias de cultivo. As plantas cultivadas a pleno sol e com reposição hídrica de 100% apresentaram maior diâmetro de caule em comparação às submetidas aos sombrites® de 70% e 50% e às diferentes reposições hídricas (50%, 75% e 100%). Estudos feitos Evert e Eichhorn (2014) e Lima-Brito et al. (2016), indicam que a interação entre auxinas e citocininas regula o crescimento vegetal, promovendo o desenvolvimento equilibrado da parte aérea e do sistema radicular, favorecendo a formação de caules, brotações e crescimento das raízes quando em proporções adequadas.

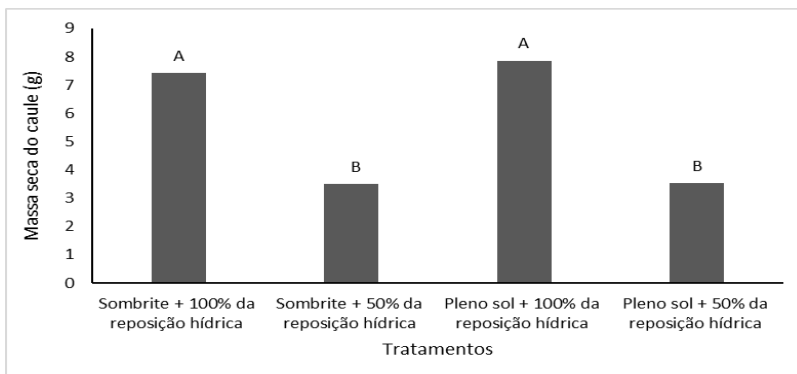
#### **4.3 Massa fresca e seca da parte aérea**

Os gráficos de massa fresca e massa seca da parte aérea evidenciaram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. Os tratamentos com 100% da reposição hídrica, apresentaram os maiores valores e diferença estatística em relação ao acúmulo de biomassa (folhas e caule), indicando condições mais favoráveis ao crescimento e à produção de matéria vegetal (Figuras 64, 65, 66 e 67).

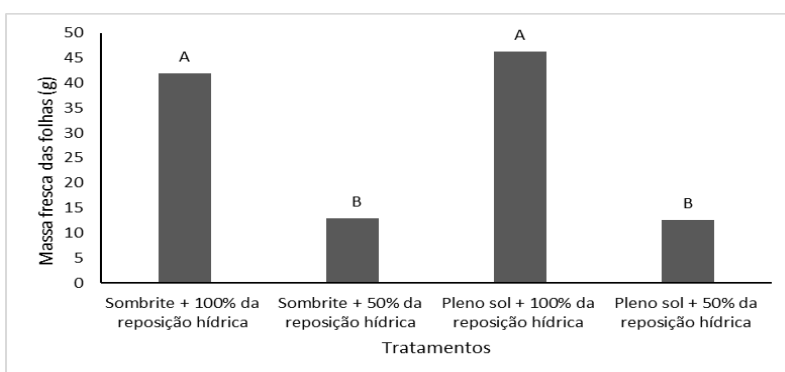
Em contrapartida, os tratamentos com déficit hídrico, apresentaram menores valores de massa fresca e seca indicaram restrição no acúmulo de biomassa, refletindo menor crescimento da parte aérea (Figura 68). A semelhança observada entre os padrões de resposta da massa fresca e da massa seca sugeriu que as diferenças verificadas não estiveram relacionadas apenas ao teor de água nos tecidos vegetais, mas também à efetiva produção de matéria seca. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre as plantas irrigadas com 100% da reposição hídrica sob sombreamento e pleno sol, esses tratamentos diferiram significativamente dos demais.



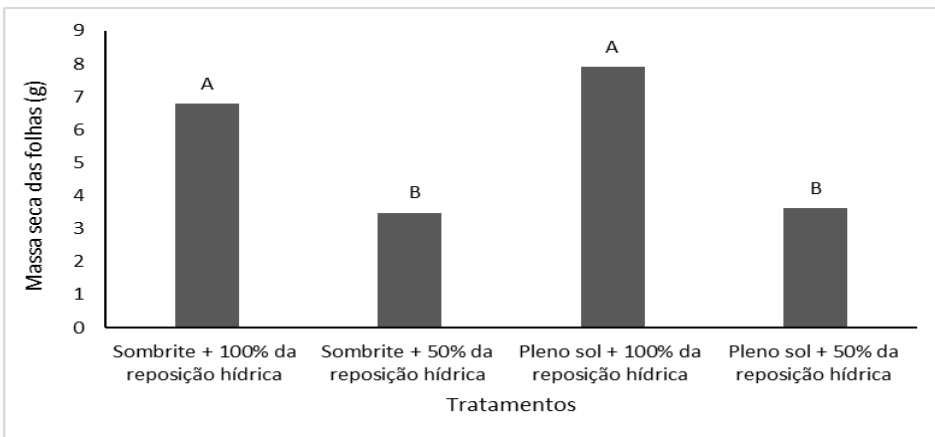
**Figura 64** – Massa fresca do caule (g) das plantas aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 65** – Massa seca do caule (g) das plantas aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 66** – Massa fresca das folhas (g) das plantas aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade



**Figura 67** – Massa seca das folhas (g) das plantas aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 68** – Aspecto visual da parte aérea das plantas de falsa mirra cultivadas em quatro tratamentos.

De acordo com Chaves et al. (2023), o déficit hídrico constitui um dos principais fatores responsáveis pela redução da produtividade do milho, resultado também observado neste trabalho. A reposição de apenas 50% da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) ocasionou redução na produção de massa fresca e seca, tanto da parte aérea quanto do sistema radicular. Esses efeitos refletiram diretamente nas características morfológicas de todos os híbridos de milho avaliados.

A redução da massa fresca e seca sob menor reposição hídrica pode ser explicada pela limitação do crescimento vegetativo em condições de déficit hídrico, o que também foi observado em espécies de Lamiaceae avaliadas por Németh et al. (2016), nas quais menores níveis de água no solo reduziram a biomassa vegetal. A redução do crescimento em condições de menor disponibilidade hídrica também foi relatado por Soltanbeigi et al. (2021) utilizando *Salvia officinalis*, evidenciando que o déficit hídrico limita o desenvolvimento vegetativo em espécies aromáticas da família Lamiaceae.

Resultados semelhantes foram relatados por Mello (2022), ao avaliar *Mentha x piperita* sob diferentes luminosidades e reposições hídricas, evidenciando que tanto a disponibilidade hídrica quanto o ambiente de luz influenciam diretamente o crescimento e o acúmulo de biomassa em espécies da família Lamiaceae.

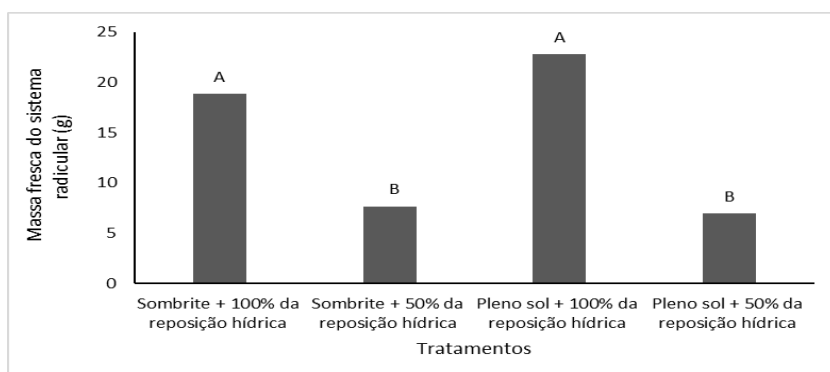
#### **4.4 Massa fresca e seca do sistema radicular**

Os gráficos relacionados ao sistema radicular demonstraram que os tratamentos influenciaram diretamente o desenvolvimento das raízes. Os tratamentos irrigados com 100% da reposição hídrica, tanto sob sombreamento quanto em pleno sol, apresentaram resultados significativos em relação aos demais, evidenciando maiores valores de massa fresca e seca do sistema radicular (Figuras 69 e 70). Esses resultados indicaram maior capacidade de desenvolvimento das raízes, possivelmente associada à maior eficiência na exploração do substrato.

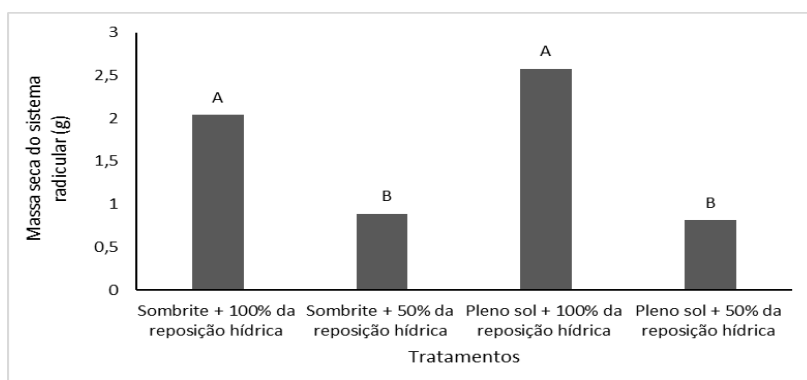
Por outro lado, os menores valores observados nos demais tratamentos indicaram limitação no crescimento radicular, o que pode ter comprometido a absorção de água e nutrientes pelas plantas. A redução da massa seca das raízes evidenciou que as condições impostas afetaram diretamente a produção de biomassa abaixo do solo.

Um estudo realizado por Sconhetzki e Borsoi (2025), verificou-se que o estresse hídrico durante a germinação e as fases iniciais de desenvolvimento do milho, comprometeu significativamente o crescimento da parte aérea e do sistema radicular, promovendo redução da massa fresca e inibição do desenvolvimento vegetal sob condições severas de restrição hídrica.

A redução da massa fresca e seca do sistema radicular pode estar associada às condições de disponibilidade hídrica, uma vez que o déficit de água limita a expansão celular, reduz a condutância estomática e compromete a assimilação de carbono, afetando diretamente o acúmulo de biomassa. Em espécies do gênero *Mentha*, já foi observado que a restrição hídrica promove redução significativa da biomassa radicular e da parte aérea, especialmente em níveis mais severos de estresse, devido à menor produção de fotoassimilados e ao comprometimento do metabolismo primário (Sepehr et al., 2023).



**Figura 69** – Massa fresca do sistema radicular (g) das plantas aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

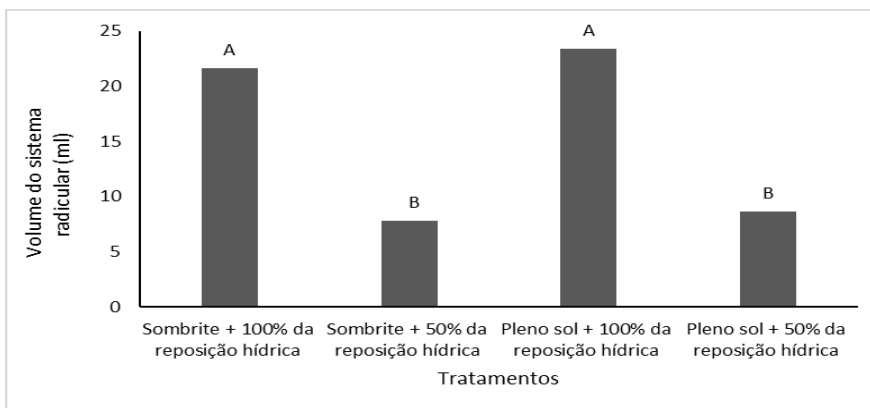


**Figura 70** – Massa seca do sistema radicular (g) das plantas aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.5 Volume do sistema radicular

O volume radicular apresentou diferenças mais expressivas entre os tratamentos, destacando-se dois deles por apresentarem maior volume total de raízes. Esse resultado indicou maior ramificação e melhor ocupação do espaço radicular, refletindo em um desenvolvimento estrutural mais eficiente do sistema radicular. Dessa forma, os tratamentos conduzidos sob sombrite e a pleno sol, ambos com 100% de reposição hídrica, ou seja, sem déficit hídrico, mostraram-se superiores e estatisticamente significativos em relação aos demais (Figuras 71 e 72).

Segundo Lima et al. (2024), o maior acúmulo de raízes próximo ao pseudocaule e em menores profundidades podem estar relacionado ao caráter pontual da aplicação de água.



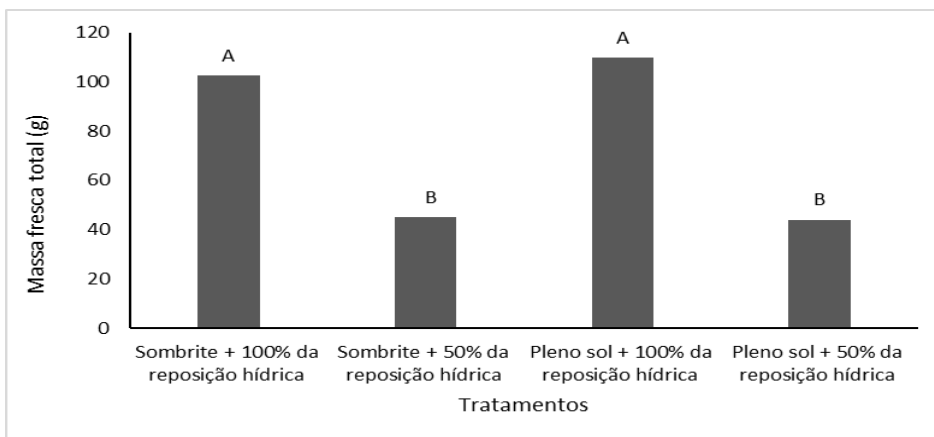
**Figura 71** – Volume do sistema radicular (g) das plantas aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



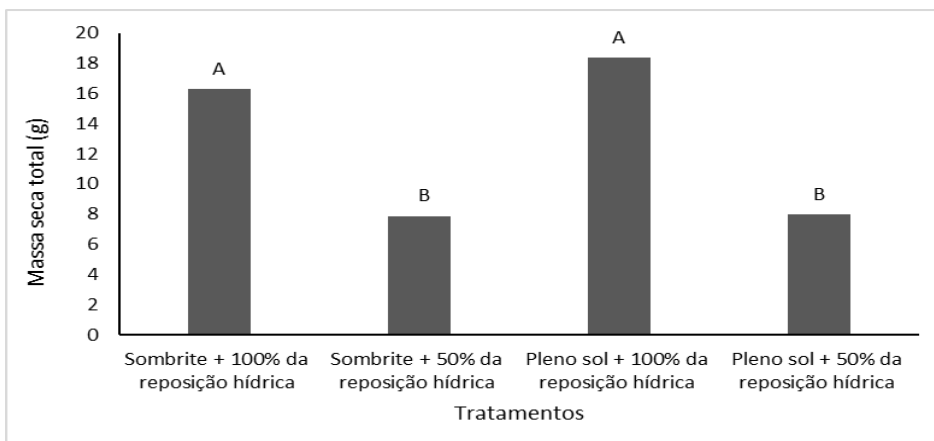
**Figura 72** – Aspecto visual do sistema radicular de falsa mirra em quatro tratamentos.

#### 4.6 Massa fresca e seca total

A massa fresca e a massa seca total confirmaram a superioridade dos tratamentos conduzidos sob sombreamento e pleno sol com 100% de reposição hídrica. Em contrapartida, os tratamentos submetidos ao déficit hídrico, independentemente das condições de luminosidade, apresentaram os menores valores de biomassa total, evidenciando o efeito negativo da restrição hídrica sobre o desenvolvimento das plantas (Figuras 73 e 74).



**Figura 73** – Massa fresca total (g) das plantas aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 74** – Massa seca total (g) das plantas aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

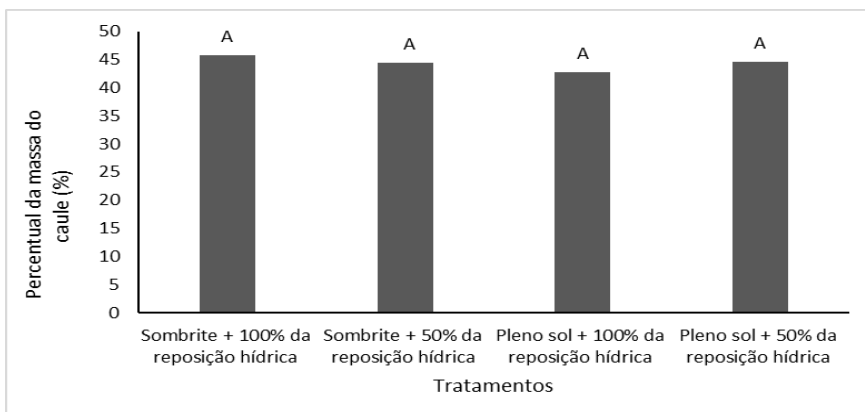
Em estudo realizado por Fernandes et al. (2024) com plantas de tamarindo cultivadas em sistema irrigado, verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. Entretanto, a massa fresca das folhas foi inferior nas plantas mantidas em pleno sol, resultado que corroborou a redução da área foliar observada nessas condições.

Observou-se ainda que, para as variáveis analisadas, os tratamentos com irrigação plena apresentaram desempenho superior em comparação aos tratamentos com deficiência hídrica, resultando em valores estatisticamente mais elevados de massa fresca e massa seca foliar. Esses resultados mostraram-se condizentes com a literatura, uma vez que a maior disponibilidade de água no solo favoreceu o desenvolvimento vegetativo das plantas e, conseqüentemente, a produção de biomassa. Por outro lado, plantas submetidas ao déficit hídrico apresentaram maior dificuldade na absorção de água e nutrientes, refletindo diretamente na redução da produção de biomassa (Silva et al., 2023).

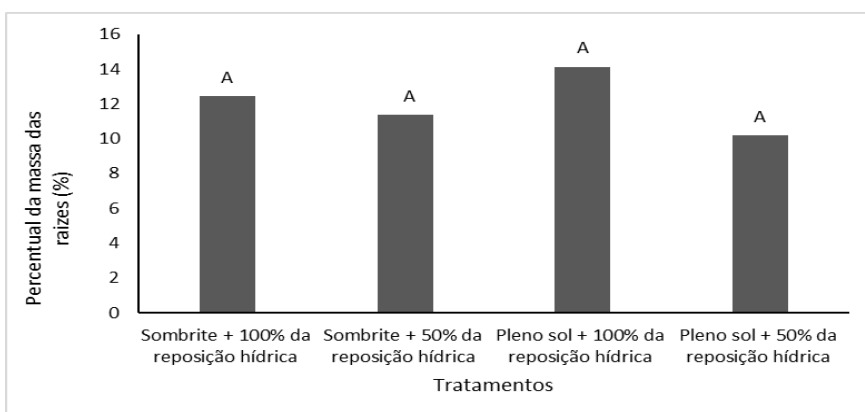
#### **4.7 Percentual de massa de raízes, caule e folhas**

Os dados referentes aos tratamentos, no que diz respeito ao percentual de massa de raízes, caule e folhas, não apresentaram diferenças significativas (Figuras 75, 76 e 77).

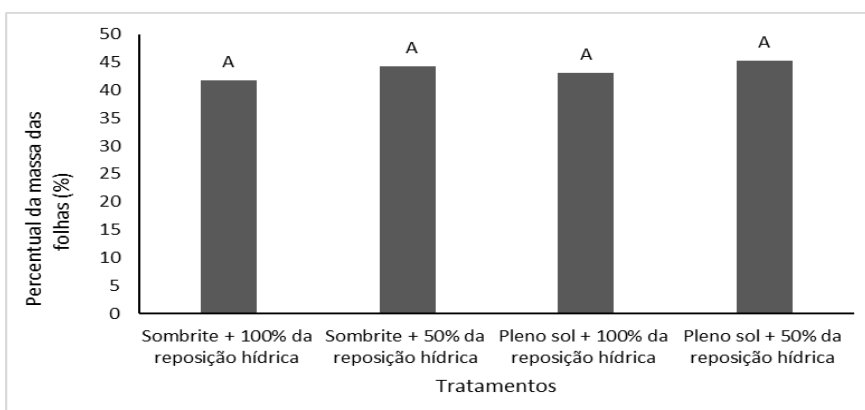
Um estudo realizado por Campos et al. (2024), ao avaliarem a tolerância à redução hídrica de plântulas de ipê-amarelo, constatou-se que a produção de folhas não foi influenciada pela diminuição da disponibilidade hídrica. Da mesma forma, não foram observadas diferenças no teor de água da parte aérea (caule e folhas) entre os ambientes avaliados. Além disso, nos tratamentos submetidos ao déficit hídrico em ambiente florestal, também não se verificaram diferenças significativas na alocação de biomassa para os caules.



**Figura 75** – Percentual da massa do caule (%) aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 76** – Percentual da massa das folhas (%) aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

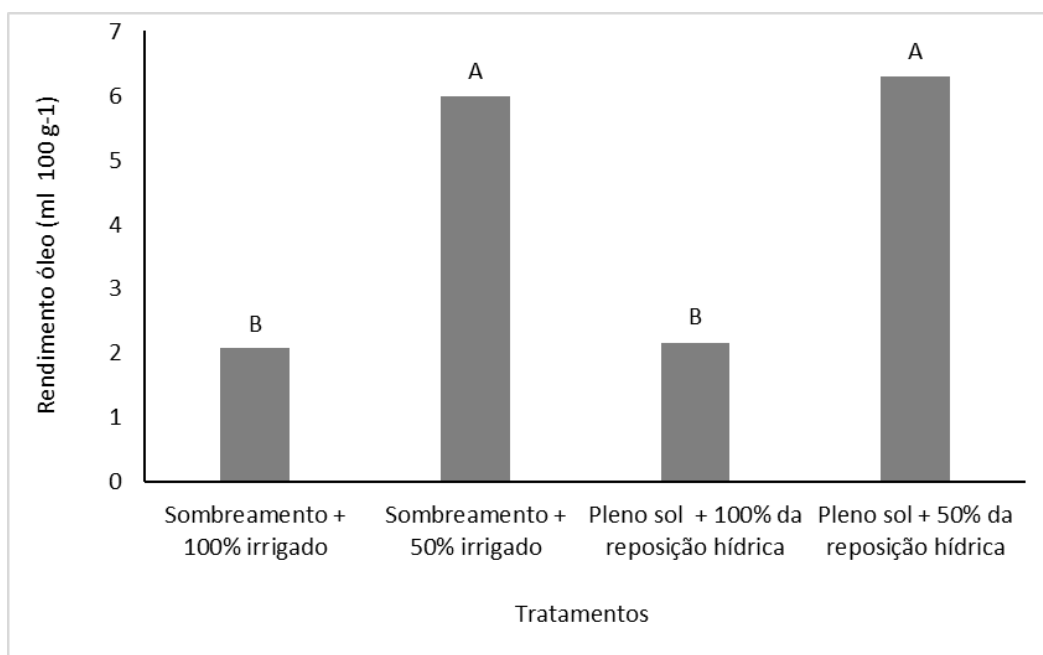


**Figura 77** – Percentual da massa das raízes (%) aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.8 Rendimento de óleo essencial

A análise de variância apresentou efeito significativo relacionados ao estresse hídrico, enquanto a variação de luminosidade (pleno sol e sombrite) não influenciou isoladamente o rendimento de óleo essencial. Os maiores rendimentos foram observados nos tratamentos com restrição hídrica (50% de reposição), atingindo as médias de 0,60% sob sombrite e 0,63% a pleno sol. Em contrapartida, 100% da reposição hídrica resultou em reduções drásticas no rendimento, sendo aproximadamente 0,21% sob sombrite e 0,22% a pleno sol (Figura 78).

Sendo assim, os tratamentos com restrição hídrica foram superiores estatisticamente aos demais. Esses resultados sugerem que o estresse hídrico moderado induziu uma maior atividade do metabolismo secundário da planta, independente do fator luminosidade.



**Figura 78** – Rendimento de óleo essencial (% - ml 100 g<sup>-1</sup> massa seca) aos 40 dias após o início dos tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas de mesma letra maiúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Um estudo realizado por Batista et al. (2023), conclui-se que o déficit hídrico exerceu efeito negativo sobre a biomassa, causando redução na taxa de transpiração e nos teores de clorofila, comprometendo a atividade fotossintética da Hortelã-verde (*Mentha spicata* L.). Porém, as plantas submetidas ao déficit hídrico, não tiveram sua produção óleo essencial afetada, indicando que a sua produção pode ser mais resiliente ao estresse de seca nessa espécie.

Uma pesquisa feita por Abbaszadeh et al. (2009), utilizando a planta medicinal conhecida como erva-cidreira (*Melissa officinalis* L.), revelou que o estresse hídrico moderado aumenta a produção de óleo essencial e as propriedades ansiolíticas.

O estresse hídrico geralmente promove o aumento da concentração de alguns terpenoides e fenilpropanoides, compostos que constituem as principais classes químicas presentes no óleo essencial de algumas espécies (Rezaie et al., 2020). Segundo Novello et al. (2020), o aumento no rendimento do óleo essencial pode estar interligado à realocação do carbono assimilado, em razão da redução do desenvolvimento vegetal. Além disso, por causa da redução da área foliar, ocorre um aumento da densidade de glândulas produtoras de óleo, o que provavelmente gera um maior acúmulo de óleo essencial.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais conclusões deste trabalho indicam que o manejo da luminosidade e da disponibilidade hídrica influenciam significativamente o desenvolvimento e a produção de óleo essencial de *Tetradenia riparia*. Embora o desenvolvimento vegetativo seja favorecido por condições de sombreamento e irrigação plena, a produção de óleo essencial é otimizada sob estresse hídrico moderado nas condições experimentais avaliadas. Os resultados demonstram que a restrição hídrica de 50% da reposição resultou em rendimentos significativamente maiores de óleo essencial, sugerindo que o aumento do rendimento do óleo possa estar associado a alterações no metabolismo secundário em condições de estresse. A pesquisa contribui para o conhecimento sobre o cultivo da falsa-mirra, fornecendo subsídios para práticas agrícolas que visam maximizar a produção de seus compostos bioativos, com relevância acadêmica e potencial aplicação na medicina tradicional e indústria de óleos essenciais, recomendado cultivo estresse hídrico.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABBASZADEH, B.; FARAHANI, H. A.; MORTEZA, E. Effects of irrigation levels on essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.). **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, v. 3, n. 1, p. 53-56, 2009.
- ALONE, L. B.; ALBUQUERQUE, M. M. S.; RESENDE, S. V.; CARNEIRO, C. E., & SANTANA, J. R. F. In vitro hardening in different environment and acclimatization of microplants of *Comanthera mucugensis* Giul. subsp. *mucugensis*. **Revista ciência agrônômica**, v. 47, p. 152-161, 2016.
- ASSIS, R. M. A. de; CHAGAS, J. H.; LEITE, J. J. F.; SANTOS, J. P. dos; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, J. E. B. P. Efeito de níveis de irradiância na produção de biomassa, teor de óleo essencial e anatomia de *Artemisia alba* Turra. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 13, e377111335565, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35565.
- ASSIS, R. M. A.; CHAGAS, J. H.; LEITE, J. J. F.; SANTOS, J. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, J. E. B. P. Efeito dos níveis de irradiância na produção de biomassa, teor de óleo essencial e anatomia de *Artemisia alba* Turra. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 13, p. e377111335565, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35565. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/35565>. Acesso em: 27 out. 2025.
- BATISTA, R. C. M.; CARVALHO, J. S. B.; COQUEIRO, D. R.; AQUINO, P. G. V.; ALVES, L. Z. Crescimento, trocas gasosas e produção de óleo essencial de *Mentha spicata* L. sob deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 53, p. e76893, 2023.
- BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Farmacopeia Brasileira. 7. ed. Brasília: ANVISA, 2024.
- CAMPOS, J. Á. S.; AGUIAR, B. A. de S.; RODRIGUES, B. G. M.; LOPES, C. G. R.; MEDEIROS, M. J. L. Avaliação da tolerância à redução hídrica: estudo de alterações morfológicas em plântulas de ipê-amarelo. **JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ANALYSIS AND PROGRESS Учредители: Journal of Environmental Analysis and Progress-JEAP**, v. 9, n. 4, p. 377-387, 2024.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Climatic Classification of Köppen-Geiger For the State of Goiás and Federal District. **Acta Geográfica**, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2014.
- CASTRO, A. B.; SOUSA, H. C.; BATISTA, I. H. F. **Extração de óleo essencial de lavanda**. 2024. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Química) – Escola Técnica Estadual Professor Alberto Feres, Araras, 2024.
- CECATO, A. H.; LIMA, T. C. Bioestimulantes no tratamento de sementes de feijão sob condições de déficit hídrico. **Revista Cultivando o Saber**, v. 18, p. 116-130, 2025.

CELLA, W.; RAHAL, I. L.; SILVA, G. C. C.; JACOMASSI, E.; PIAU JUNIOR, R.; GONÇALVES, J. E.; GONÇALVES, D. D.; GAZIM, Z. C. Activity of essential oils from leaves, flower buds and stems of *Tetradenia riparia* on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* larvae. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 32, n. 1, e013522, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612023011>.

CHAVES, A. R. D.; MORAES, L. G.; MONTAÑO, A. S.; CUNHA, F. F.; THEODORO, G. D. F. Analysis of principal components for the assessment of silage corn hybrid performance under water deficit. **Agriculture**, v. 13, n. 7, p. 1335, 2023.

CHUNG, P. W.; LIVESLEY, S. J.; FARRELL, C. Leaf trait plasticity means green facades are a flexible nature-based solution for vertical greening under full-sun and heavy shade conditions. **Nature-Based Solutions**, v. 4, p. 100078, 2023.

CIGARRUISTA, A. S.; GUEVARA, D. M.; MENDOZA, R. G.; VILLARREAL, J. J.; BARRERA, J. F.; MANZANÉ, F. R. Sensibilidade do cultivo de milho (*Zea mays* L.) a diferentes períodos de déficit hídrico controlado. **Agro. Mesoam**, São Pedro, v. 1, 55660, dezembro de 2024.

DANIEL, C.; SANTOS, R. F.; SOUZA, J.; HUBNER, V. RESPOSTAS AO DÉFICIT HÍDRICO DA CULTURA DO CÂRTAMO. *International Journal of Environmental Resilience Research and Science*, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 1–16, 2023. DOI: 10.48075/ijerrs.v5i1.30575. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/ijerrs/article/view/30575>. Acesso em: 21 abr. 2026.

EL-SHAFEI, A. A.; MATTAR, M. A. Irrigation scheduling and production of wheat with different water quantities in surface and drip irrigation: field experiments and modelling using CROPWAT and SALTMED. *Agronomy*, v. 12, n. 7, p. 1488, 2022.

EVERT, R.F. & EICHHORN, S. E. 2014. **Biologia Vegetal**. 8th ed. Rio de Janeiro. 855p.

FARIA, B. E.; PIRES, J. V. S.; LEONCINI, T. C. N. **Potencial farmacológico do extrato da folha da *Tetradenia riparia* e atividade antifúngica**. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Biomedicina, Centro Universitário Barão de Mauá, Ribeirão Preto, 2023.

FARIA, B. E.; PIRES, J. V. S.; LEONCINI, T. C. N.; BAZON, J. N. **Potencial farmacológico do extrato da folha da *Tetradenia riparia* e atividade antifúngica**. 2023. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Centro Universitário Barão de Mauá, Ribeirão Preto, 2023. Disponível em: <https://repositorio.baraodemaua.br/handle/123456789/418> . Acesso em: 18 abr. 2026

FERNANDES, L. D. S.; PENHA, C. D. L. M.; SANTOS, J.; AGUIAR, A. D. C. F.; ZANANDREA, I.; BRITO, V. L. S. Morfofisiologia de plantas de tamarindo formadas em sistema hidropônico e cultivadas em diferentes condições de luminosidade. **38º Reunião Nordestina de Botânica**, 2024.

FREITAS, K. G. **Eficiência do uso da água do feijoeiro submetido ao déficit hídrico controlado**. 2025. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) —

Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 2025. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/320294>. Acesso em: 23 abr. 2026.

LAGINESTRA, F. A.; MESKIV, P. W.; SIMÕES, J. V. M.; MACAGNAN, G. R.; RODRIGUES, S. A.; GAZIM, Z. C.; GONÇALVES, D. D.; PIAU JUNIOR, R. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS *Tetradenia riparia* E SEU POTENCIAL NO COMBATE AS BACTÉRIAS CAUSADORES DE MASTITE EM BOVINOS. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 28, n. 2, 2024

LIMA, L. W. F.; COELHO, E. F.; BARROS, D. L.; BORGES, A. L.; SANTOS, I. L. N.; QUEIROZ, L. C. A.; AMORIM, I. C. S.; CARVALHO, L. A. C. de. Sistema radicular de platano D'Angola irrigada sob diferentes densidades de plantio e adubação, no primeiro ciclo. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 7, p. e5619, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n7-102.

MACIEL, S. L. L. **Plantas medicinais: uma proposta para o ensino de química e biologia**. 2023. 98 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2023.

MARTINS, M. B. G.; MARTINS, R. G. M; CAVALHEIRO, J. A. Histoquímica e atividade antibacteriana de folhas do incenso (*Tetradenia riparia*). **Revista Biociências**, [S. l.], v. 14, n. 2, 2009.

MELLO, K. S. A. **Crescimento de Mentha x piperita sob diferentes luminosidades e reposições hídricas**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Irrigação no Cerrado) – Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres, 2022.

NARAYANA, N. K.; WIJEWARDANA, C.; ALSAJRI, F. A.; REDDY, K. R.; STETINA, S. R.; BHEEMANAHALLI, R. Nisarga et al. Resilience of soybean genotypes to drought stress during the early vegetative stage. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 17365, 2024.

NAVARRETE, C. E. H; BECERRA, H. A. La luz y su efecto en las plantas. **Elementos BUAP**, n. 136, p. 17-22, 2024.

NÉMETH-ZÁMBORI, É.; SZABÓ, K.; PLUHÁR, Z.; RADÁCSI, P.; INOTAI, K. Changes in biomass and essential oil profile of four Lamiaceae species due to different soil water levels. **Journal of Essential Oil Research**, v. 28, n. 5, p. 391–399, 2016. DOI: 10.1080/10412905.2016.1176606.

NETO, J. B.; BEZERRA, C. W. F.; MORAES, M. G.; HEINEMANN, A. B. Aspectos fisiológicos da restrição da radiação solar em arroz: uma revisão. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 8, n. 3, p. 61-77, maio/jun. 2025. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1178183>. Acesso em: 24 abr. 2026.

NOGUEIRA, D. R. S.; BENJAMIM, R. F.; LINS, H. A.; SOUZA, M. F.; TEÓFILO, T. M. S.; SILVA, F. D.; HERNANDEZ, M. C. R.; SILVA, D. V. Efeito do sombreamento na

dinâmica e interferência de plantas daninhas na cultura da rúcula orgânica. **Revista Caatinga**, v. 38, p. e12666-e12666, 2025.

NOVELLO, P. F. A. M.; BONACINA, C.; STRACIERI, J.; CAMPOS, C. F. A. A.; GONÇALVES, J. E.; GAZIM, Z. C.; SOUZA, S. G. H. O déficit hídrico induz alterações no crescimento, no metabolismo oxidativo e na biossíntese de fenilpropanoides em *Ocimum basilicum* L. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 11, p. e74591110590, 202

PEREIRA, L. F. R.; VANDERSON, R. P.; JENIFFER, C. S. C.; DEIVID, C.S.; BRENDA, C. P.; DA-LILLA, R. C. O Aspectos Da Irrigação No Desenvolvimento De Plantas De Café. **17º JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E 14º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMI-NAS**, v. 16, n. 1, 2024.

QUEIROZ, L. S.; ALVES, A. H. P.; SANTOS, A. L. S.; NASCIMENTO, H. M. S.; ARAÚJO, P. M. S.; GUIMARÃES, A. C. de M.; BRITO, V. S. Ação antibacteriana do óleo essencial de *Origanum vulgare*: uma revisão da literatura. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. e9612239745, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i2.39745. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/39745>. Acesso em: 27 abr. 2026.

RABELO, E. de M.; MARTINS, R. L.; RODRIGUES, A. B. L.; SOUSA, R. de S.; FARIAS, A. L. F.; GALARDO, A. K. R.; CANTUÁRIA, P. de C.; TOMAZI, R.; ALMEIDA, S. S. M. S. Composition and bioactivity from the essential oil of *Tetradenia riparia* in pathogenic bacteria, *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae), and toxicological evaluation of *Mus musculus* (Rodentia: Muridae). **Preprints**, Basel, 2024. DOI: 10.20944/preprints202403.0105.v1.

REZAIIE, R.; ABDOLLAHI MANDOULAKANI, B.; FATTAHI, M. Cold stress changes antioxidant defense system, phenylpropanoid contents and expression of genes involved in their biosynthesis in *Ocimum basilicum* L. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 5290, 2020.

RIBEIRO, A. S., BERTOLUCCI, S. K. V., CARVALHO, A. A., TOSTES, W. N., COELHO, A. D. & PINTO, J. E. B. P. (2022). Light intensities alter growth and essential oil of patchouli under shade nets. **Ciência Rural**, 52(5), 1-11.

RIBEIRO, A. S.; BERTOLUCCI, S. K. V.; CARVALHO, A. A.; TOSTES, W. N.; COELHO, A. D.; PINTO, J. E. B. P. (2022). Light intensities alter growth and essential oil of patchouli under shade nets. **Ciência Rural**, 52(5), 1-11.

SÁ, M. F. A. **Crescimento inicial e produção de fitomassa em espécies de mamoneira (*Ricinus Communis* L.) irrigadas com diferentes concentrações de águas residuárias de laticínios.** 2025. 44 f.

SALES, A. B. S. **Avaliação do desenvolvimento das plantas *lavandula dentata* e *lavandula angustifolia* no município de Sousa/PB.** 2026. Trabalho de Conclusão de Curso.

SANTANA, M. P.; JESUS, M. S.; BARBOSA, A. V. G.; BARRETTO, M. C. V.; VIÉGAS, P. R. A.; HOLANDA, F. S. R.; MARINO, R. H. Crescimento de Mudanças de

Tomateiro Cereja em Substrato Colonizado por Fungos Comestíveis. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, [S. l.], v. 3, pág. 311–318, 2024. DOI: 10.17921/1415-6938.2024v28n3p311-318.

SANTOS, R. B.; SILVA, S. S.; PARENTE, S. G.; LIMA, V. M. S.; RAMOS, L. P. Comparação dos métodos de hidrodestilação simples e com clewenger na extração do óleo essencial de alecrim. In: **CONICT - Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP**, Vol. 15, No. 2., 2024.

SCONHETZKI, P. H. V.; BORSOI, A. Desenvolvimento inicial do milho em solos arenosos com diferentes níveis de fertilizantes em situações de déficit hídrico. **Revista Cultivando o Saber**, p. 72-81, 2025.

SENA, J. D. S.; RODRIGUES, A. S.; SAKUMOTO, K., I., R.S.; MALDONADO, P. G.; SCOLARI, E. M.; PIAU, R., JR.; GONÇALVES, D. D.; MANDIM, F.; VAZ, J.; GONÇALVES, J.E.; Sotelo, P.H; Valle, J. S d. Antioxidant activity, antiproliferative activity, antiviral activity, NO production inhibition, and chemical composition of essential oils and crude extracts of leaves, flower buds, and stems of *tetradenia riparia*. **Pharmaceuticals**, v. 17, n. 7, p. 888, 2024.

SEPEHRI, S.; ABDOLI, S.; ASGARI LAJAYER, B. Changes in phytochemical properties and water use efficiency of peppermint (*Mentha piperita L.*) under drought stress. **Scientific Reports**, v. 13, 2023.

SILVA, E. L. **Caracterização química e avaliação da atividade do óleo essencial de *Tetradenia riparia* contra *Meloidogyne javanica***. 2023. 59 f. Dissertação (Mestrado Multicêntrico em Química de Minas Gerais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2023. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/2e42436e-dd2b-46e3-93e6-be9713ca7c38/content> . Acesso em: 18 abr. 2026.

SILVA, I. O.; VIEIRA, M. F. S.; LIMA, P. F. S.; SILVA, A. R. A. **O hidrogel é eficaz na proteção das plantas de alface sob efeitos de déficit hídrico?** 2023.

SILVA, M. E. M. **Cultivares de soja submetidas ao déficit hídrico**. 2025. Artigo (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual do Piauí, Picos, 2025.

SILVA, M. V. O.; ANDRADE, P. P. Extrato de tiririca como estimulante de enraizamento de estacas de mini-ixoria sob duas condições de sombrite. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas** - ISSN: 2674-9661, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 72–91, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unis.edu.br/agrovetsulminas/article/view/782>. Acesso em: 27 abr. 2026.

SILVA, N. F.; CAVALCANTE, W. S. S.; MARTINS NETO, J. G.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, L. C. de M.; ROSA, M.; CABRAL, J. S. R.; CABRAL FILHO, F. R. Manejo do déficit hídrico em plantas de soja via aplicação de microrganismos e bioestimulantes. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 13, p. e12980, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n13-509. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/12980>. Acesso em: 22 out. 2025.

SOLIMAN, A. A.; MOUSA, M. I.; IBRAHIM, M. A.; BAIUMY, K. A.; SHAABAN, S. A.; SHA-BANA, M. M. A.; MOHAMED, E. N. M.; REHAN, M.; YU, H.; HE, Y. Agronomic and anatomic performance of some soybean genotypes under optimal and water-deficit conditions. **Frontiers in Plant Science**, v. 16, p. 1575180, 2025.

SOLTANBEIGI, A.; YILDIZ, M.; DIRAMAN, H.; TERZI, H. Growth responses and essential oil profile of *Salvia officinalis* L. influenced by water deficit and various nutrient sources in the greenhouse. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 12, p. 7327–7335, 2021

SOUSA, R. F.; SOUSA, J. A. Metabólicos secundários associados a estresse hídrico e suas funções nos tecidos vegetais. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 01–08, 2017.

SUSLOV, M.; DAMINOVA, A.; EGOROV, J. Real-time dynamics of water transport in the roots of intact maize plants in response to water stress: the role of aquaporins and the contribution of different water transport pathways. **Cells**, v. 13, n. 2, p. 154, 2024.

TASCA, H. C.; DELLAGOSTIN, J.; CAPELLESSO, E. S.; SAUSEN, T. L. EFEITOS DO ESTRESSE HÍDRICO NO CRESCIMENTO DE *Hovenia dulcis* Thunb. (RHAMNACEAE): Tolerância ao estresse hídrico em *Hovenia dulcis* Thunb. **Vivências**, [S. l.], v. 20, n. 41, p. 113–124, 2024. DOI: 10.31512/vivencias.v20i41.1136.

THAKUR, M. & KUMAR, R. (2021). Microclimatic buffering on medicinal and aromatic plants: A review. **Industrial Crops and Products**, 160, 113144.

TRIBUZY, A. S.; TABALDI, L. A.; TRIBUZY, E. S.; SOARES, J. C. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento e acúmulo de biomassa de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. submetida ao sombreamento. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.3, p.250-259, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0020>.

VENANCIO, N. A. R.; ZAPPA, B. M.; MUNIZ, C. P.; AMARAL, F. M.; BRANDES, A. F. N.; JOFFILY, A.; PAIVA, S. R. Estruturas secretoras em plantas e a produção de óleos essenciais, **Rev. Ciência Elem.**, V12(4):037. 2024. LEÓN, L. D. V. T. **Teor, composição química, atividade antioxidante do óleo essencial de *Tetradenia riparia* e efeito alelopático em plantas espontâneas**. 2024. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2024.