

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS CERES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

CRESCIMENTO DE *Mentha x piperita* SOB DIFERENTES  
LUMINOSIDADES E REPOSIÇÕES HÍDRICAS

Autora: Karolaine Sousa Alves Mello  
Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa  
Coorientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Priscila Jane Romano Gonçalves Selari

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -  
CAMPUS CERES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

CRESCIMENTO DE *Mentha x piperita* SOB DIFERENTES  
LUMINOSIDADES E REPOSIÇÕES HÍDRICAS

Autora: Karolaine Sousa Alves Mello  
Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa  
Coorientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Priscila Jane Romano Gonçalves Selari

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Ceres, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO - Área de concentração: Tecnologias de Irrigação.

CERES – GO  
Setembro – 2022

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

Mello, Karolaine Sousa Alves  
MM527c Crescimento de Mentha x piperita sob diferentes  
luminosidades e reposições hídricas / Karolaine Sousa  
Alves Mello; orientador Cleiton Mateus Sousa; co-  
orientador Priscila Jane Romano Gonçalves Selari. --  
Ceres, 2022.  
49 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em Irrigação no  
Cerrado) -- Instituto Federal Goiano, Campus Ceres,  
2022.

1. Água. 2. Fluorescência. 3. Hortelã. 4.  
Sombreamento. I. Sousa, Cleiton Mateus, orient. II.  
Romano Gonçalves Selari, Priscila Jane, co-orient.  
III. 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 checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)     | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização)           | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação)                       | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |
| <input type="checkbox"/> Produto técnico e educacional - Tipo: | <input type="text"/>                                    |

Nome completo do autor:

Karolaine Sousa Alves Mello

Título do trabalho:

Matrícula:

2020203330640048

Crescimento de Mentha x piperita sob diferentes luminosidades e reposições hídricas

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 19 / 11 / 2022

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 incluídos 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.

Ceres, Goiás

Local

17 / 11 / 2022

Data

*Karolaine Sousa Alves Mello*

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

*clt mello*

Assinatura do(a) orientador(a)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E  
TECNOLOGICA INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO CAMPUS CERES

CRESCIMENTO DE MENTHA X PIPERITA SOB DIFERENTES  
LUMINOSIDADES E REPOSIÇÕES HÍDRICAS

Autora: Karolaine Sousa Alves Mello

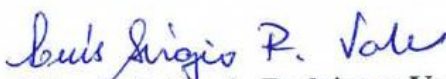
Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado — Area de Concentração:  
Irrigação

APROVADO em: 21 de setembro de 2022.

  
**Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa**

(Presidente da Banca- IF Goiano – Campus Ceres)

  
**Prof. Dr. Luis Sérgio Rodrigues Vale**

(Avaliador interno- Campus Ceres)

  
**Dr. Tomás de Aquino Portes e Castro**

(Avaliador externo- Universidade Federal de Goiás)



**Pro . Dr. Evaristo Mauro de Castro**

(Avaliador externo- Universidade Federal de Lavras)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado sabedoria para conseguir conciliar todas as etapas necessárias para a conclusão do meu projeto de pesquisa e por me proporcionar estabilidade emocional para lidar com todas as dificuldades que permearam todo o processo.

Aos meus pais, que, com a infinita graça, se dispuseram a me auxiliar durante a parte prática da pesquisa e, além de tudo, por estarem a meu lado me mostrando que é possível alcançar os sonhos almejados.

Ao meu marido Elivelton, que não mediu esforços para me ajudar nos dias das análises e por acreditar e confiar que o caminho para o sucesso é através do esforço e da dedicação, sempre me mostrando que é possível quebrar barreiras e subir um degrau de cada vez para, assim, conquistar a medalha de ouro. À minha filha Elis, que é a minha motivação para conquistar a minha melhor versão.

Aos meus amigos Larissa Oliveira, Larissa Seabra, Guilherme Rosário, Dhecyeny Alves, Cleisi Kelly Cruz, João Henrique Borges, Tulio Ayres, Hygor Bocalan, Lucas Rafael, Maria Eduarda Silverio, Iury França e Elias José Pereira, por me ajudarem na conclusão das análises. Em especial, agradeço ao meu amigo Thiago Dias, que se dispôs a organizar e administrar o dia das análises finais. Agradeço à minha amiga Daise, por toda disponibilidade e por estar presente em todos os momentos da minha vida.

Aos servidores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres, em especial Ana Paula Santos, Ivo, Rafael Antônio, Samuel Nunes e Ovídio, que colaboraram com o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores Dr. Cleiton Mateus Sousa, Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira, Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares e à professora Dr<sup>a</sup>. Priscila Jane Romano Gonçalves Selari, que se dispuseram a me orientar e me ajudar em todos os momentos necessários.

## BIOGRAFIA DA AUTORA

Karolaine Sousa Alves Mello, nascida no dia 19 de maio de 1997, natural de Ceres – GO. Iniciou o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas em 2016, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, finalizando em 2019. No ano de 2020, deu início ao curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Produção e Utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, concluindo em 2021. Desenvolveu pesquisas relacionadas à identificação da Ictiofauna e seus hábitos alimentares, na região do Vale de São Patrício. Atuou no Ensino Fundamental II em uma escola pública do estado de Goiás, entre 2017 e 2019, atualmente é professora do Ensino Médio da rede privada de ensino. Em 2020/2, iniciou o Mestrado Profissional no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Área de concentração em Irrigação, a ser concluído no semestre 2022/2.

## RESUMO

MELLO, KAROLAINÉ SOUSA ALVES. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, setembro de 2022. **Crescimento de *Mentha x piperita* sob diferentes luminosidades e reposições hídricas.** Orientador: Prof. Dr. Cleiton Mateus Sousa. Coorientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Priscila Jane Romano Gonçalves Selari.

A hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*) é uma planta medicinal aromática, da família *Lamiaceae*, muito utilizada como fitoterápico. Foram realizados dois experimentos, um no período chuvoso e outro no período da seca. Para avaliar as variáveis altura (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas, ramos e teor relativo de clorofila no período da chuva, adotou-se delineamento fatorial, em parcelas sub-subdivididas 5 x 3 x 4, sendo cinco idades das plantas (15, 30, 45, 60 e 75 dias), três ambientes de cultivo (pleno sol e ambientes com tela comercial com 50% e 70% de sombreamento) e quatro reposições hídricas (25%, 50%, 75% e 100% de água), enquanto no período da seca adotou-se delineamento fatorial, em parcelas sub-subdivididas 6 x 3 x 3, com seis idades (15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias), três ambientes de cultivo (pleno sol e ambientes com tela comercial com 50% e 70% de sombreamento) e três reposições hídricas (50%, 75% e 100% de água). Para as variáveis relacionadas a massa fresca, seca e a relação dos órgãos vegetativos, no período da chuva, foi adotado fatorial 3 x 4, sendo três ambientes e quatro reposições hídricas e no período da seca, fatorial 3 x 3, com três ambientes e três reposições hídricas, tendo o acréscimo da fluorescência. As variáveis altura da planta, número de ramos, número de folhas, diâmetro do caule, massa fresca e seca dos órgãos, bem como as relações entre os órgãos vegetativos, responderam positivamente em relação aos ambientes e reposições hídricas. O teor relativo de clorofila em ambas as estações de cultivo apresentou interação tripla. A fluorescência apresentou melhores resultados nos ambientes com sombreamento.

Palavras-chave: Água. Fluorescência. Hortelã. Sombreamento.



## ABSTRACT

MELLO, KAROLAINÉ SOUSA ALVES. Goiano Federal Institute, Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil, September 2022. **Growth of *Mentha x piperita* under different luminosities and water replacements.** Advisor: Prof. Dr. Sousa, Cleiton Mateus. Co-advisor: Prof. Dr. Selari, Priscila Jane Romano Gonçalves.

Peppermint (*Mentha x piperita*) is an aromatic medicinal herb from the *Lamiaceae* family widely used for phytotherapy. Two experiments were carried out, one in the rainy season and the other in the dry season. To evaluate the height (cm), stem diameter (mm), number of leaves, number of branches, and relative chlorophyll content variables in the rainy season factorial design in split split plots 5 x 3 x 4 was used, being five ages of plants (15, 30, 45, 60, and 75 days), three cultivation environments (full sun and environments with commercial screen with 50% and 70% shading), and four water replacements (25%, 50%, 75%, and 100% water); in the dry season, the factorial design was split split plots 6 x 3 x 3 with six ages (15, 30, 45, 60, 75, and 90 days), three cultivation environments (full sun and environments with commercial screen with 50% and 70% shading), and three water replacements (50%, 75%, and 100% water). The factorial design 3 x 4 with three environments and four water replacements was used for the variables related to fresh and dry mass and the relationship of vegetative organs, in the rainy season; the factorial design 3 x 3 with three environments and three water replacements with the addition of fluorescence was used in the dry season. The plant height, number of branches, number of leaves, stem diameter, fresh and dry mass of the organs, as well as the relationships among the vegetative organs responded positively in relation to environments and water replacement. The relative chlorophyll content in both cultivation seasons showed a triple interaction. Fluorescence showed better results in shading environments.

Keywords: Fluorescence. Mint. Shading. Water.

## LISTA DE TABELAS

	Página	
Tabela 1	Resumo da análise de variância (quadrado médio) para a altura das plantas, número de ramos, número de folhas e diâmetro do caule de <i>Mentha x piperita</i> cultivada na estação chuvosa e seca. Ceres – GO, 2021.....	12
Tabela 2	Resumo da análise de variância (quadrado médio) para volume do sistema radicular (VR), massa fresca da parte aérea (MFPa), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca do sistema radicular (MFR), massa fresca de caule subterrâneo (MFCs), massa fresca caule aéreo (MFCa), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPa), massa seca das folhas (MSF), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca do caule subterrâneo (MSCs), massa seca de caule aéreo (MSCa) e massa seca total (MST) em <i>Mentha</i> cultivada na estação chuvosa e seca. Ceres – GO, 2021.....	13
Tabela 3	Resumo da análise de variância (quadrado médio) para relação da parte aérea e da raiz na massa fresca (RPAFR), relação do caule aéreo e subterrâneo na massa fresca (RCAESUBF), relação da massa seca das folhas correspondente à massa seca total (PMSF), razão da massa seca da raiz correspondente à massa seca total (PMSR), razão da massa seca do caule aéreo correspondente à massa seca total (PMSCa), razão da massa seca do caule subterrâneo correspondente à massa seca total (PMSCSub), relação da parte aérea e da raiz na massa seca (RPAR), relação do caule aéreo e subterrâneo na massa seca (RCaeSub) na estação das chuvas e da seca. Ceres – GO, 2021.....	14
Tabela 4	Número de folhas em hortelã-pimenta cultivada em diferentes	20

	ambientes e reposições hídricas na estação da seca. Ceres, GO. 2021....	
Tabela 5	Diâmetro do caule de hortelã-pimenta cultivada em diferentes ambientes e reposições hídricas na estação da seca. Ceres – GO, 2021..	21
Tabela 6	Massa fresca do caule subterrâneo (MFCs), massa fresca da raiz (MFR), volume da raiz (VR), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de hortelã-pimenta cultivadas em ambientes a pleno sol, sombrites® 50% e 70% na estação da seca. Ceres – GO, 2021.....	23
Tabela 7	Relação da massa fresca da parte aérea com a do sistema radicular (RPAFR), relação da massa seca da parte aérea com a do sistema radicular (RPAR), razão da massa seca das folhas correspondente à massa seca total (PMSF), razão da massa seca da raiz correspondente à massa seca total (PMSR), razão da massa seca do caule aéreo correspondente à massa seca total (PMSCa) e PMSCSub) de plantas hortelã-pimenta em diferentes ambientes de cultivo na estação seca. Ceres – GO, 2021.....	24
Tabela 8	Razão da fluorescência máxima e inicial ( $F_m/F_o$ ), razão da fluorescência variável e inicial ( $F_v/F_o$ ) e razão da fluorescência variável e fluorescência máxima ( $F_v/F_m$ ) em sombrite® 50%, sombrite 70%® e pleno sol na estação da seca. Ceres – GO, 2021cultivadas em ambientes a pleno sol, 50% e 70% de sombreamento na estação da seca. Ceres – GO, 2021.....	28

## LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Temperatura, umidade relativa do ar, evapotranspiração durante o período experimental em duas estações e três ambientes de cultivo. Ceres - GO, 2021 .....	8-9
Figura 2	Resultados Médios no período experimental em duas estações e três ambientes de cultivo. Ceres - GO, 2021. <b>A.</b> Médias da temperatura média; <b>B.</b> Umidade relativa do ar; <b>C</b> - Evapotranspiração; <b>D.</b> Precipitação.....	11
Figura 3	Altura (cm) de plantas de hortelã-pimenta, aos 90 dias após o transplante, cultivadas na estação seca. Ceres - GO, 2021.....	15
Figura 4	Altura de hortelã-pimenta - Ceres - GO, 2021. <b>A.</b> Na estação das chuvas; <b>B.</b> Na estação da seca.....	16
Figura 5	Número de ramos por planta em hortelã-pimenta - Ceres - GO, 2021. <b>A.</b> Cultivada em diferentes ambientes e idades; <b>B.</b> Cultivada em reposições hídricas e idades na estação das chuvas	16
Figura 6	Número de ramos por planta em hortelã-pimenta cultivada em diferentes reposições hídricas e idades. <b>A.</b> Em sombrite® 50% na estação da seca; <b>B.</b> Em sombrite® 70% na estação da seca; <b>C.</b> Em pleno sol na estação da seca. Ceres - GO, 2021.....	17-18
Figura 7	Número de folhas em hortelã-pimenta cultivada em diferentes reposições hídricas e idades. <b>A.</b> Em sombrite® 50% na estação das chuvas; <b>B.</b> Em sombrite® 70% na estação das chuvas; <b>C.</b> Em pleno sol na estação das chuvas. Ceres - GO, 2021.....	19
Figura 8	Número de folhas em hortelã-pimenta cultivada em diferentes idades e reposições hídricas na estação da seca.....	20

Figura 9	Diâmetro do caule de hortelã-pimenta - Ceres – GO, 2021. <b>A.</b> Em diferentes idades e ambientes de cultivo na estação das chuvas; <b>B.</b> Em diferentes idades na estação da seca.....	21
Figura 10	Massa fresca parte aérea, folha, caule subterrâneo, raiz e volume da raiz de plantas de hortelã-pimenta aos 75 dias, cultivadas na estação chuvosa em função da reposição hídrica. Ceres – GO, 2021.....	22
Figura 11	Volume da raiz, massa seca da parte aérea, folha e raiz de plantas de hortelã-pimenta cultivadas aos 75 dias na estação chuvosa, com reposições hídricas de 25%, 50%, 75% e 100%. Ceres – GO, 2021.....	22
Figura 12	Massa seca do caule subterrâneo de plantas de hortelã-pimenta cultivadas aos 90 dias em ambientes com sombrites® 50% e 70%, pleno sol e reposições hídricas de 50%, 75% e 100% na estação seca. Ceres – GO, 2021.....	23
Figura 13	Relação da massa seca do caule aéreo correspondente à massa seca total (PMSCa) de plantas de hortelã-pimenta cultivadas em ambientes em sombrites® 50%, 70% e pleno sol na estação das chuvas aos 75 dias. Ceres – GO, 2021.....	25
Figura 14	Teor relativo de clorofila de hortelã-pimenta cultivada em diferentes reposições hídricas e idades <b>A.</b> Em sombrite® 50% na estação das chuvas; <b>B.</b> Em sombrite® 70% na estação das chuvas; <b>C.</b> Em pleno sol na estação das chuvas. Ceres - GO, 2021.....	26
Figura 15	Teor relativo de clorofila de hortelã-pimenta cultivada em diferentes reposições hídricas e idades. <b>A.</b> Em sombrite® 50% na estação da seca; <b>B.</b> Em sombrite® 70% na estação da seca; <b>C.</b> Em pleno sol na estação da seca. Ceres - GO, 2021.....	27

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo/Sigla</b>	<b>Significado</b>	<b>Unidade de Medida</b>
ABA	Ácido abscísico	-
°C	Graus Celsius	-
Cm	Centímetro	-
DAT	Dias após transplante	-
DIC	Delineamento inteiramente casualizado	-
Ea	Eficiência de aplicação	%
Etc	Evapotranspiração da cultura	mm d <sup>-1</sup>
Eto	Evapotranspiração de referência	mm d <sup>-1</sup>
Ev	Evapotranspiração medida no tanque “classe A”	mm d <sup>-1</sup>
Fm/Fo	Razão da fluorescência máxima e inicial	-
Fv/Fm	Razão da fluorescência variável e máxima	-
Fv/Fo	Razão da fluorescência variável e fluorescência inicial	-
g	grama	-
h	hora	-
ITN	Irrigação total necessária	mm
Kc	Coeficiente da cultura	-
Kgf	Quilograma/força	-
Kt	Coeficiente do tanque	-
l	litro	-
mm	milímetros	-
Máx	Máxima	-
Mín	Mínima	-

MFF	Massa fresca da folha	g
MFCs	Massa fresca do caule subterrâneo	g
MFCa	Massa fresca do caule aéreo	g
MFPa	Massa fresca da parte aérea	g
MFR	Massa fresca da raiz	g
MSCa	Massa seca do caule aéreo	g
MSCs	Massa seca do caule subterrâneo	g
MSF	Massa seca da folha	g
MSPa	Massa seca da parte aérea	g
MSR	Massa seca da raiz	g
MST	Massa seca total	g
PMSF	Razão da massa seca das folhas correspondente à massa seca total	%
PMSR	Razão da massa seca da raiz correspondente à massa seca total	%
PMSCa	Razão da massa seca do caule aéreo correspondente à massa seca total	%
PMSCSub	Razão da massa seca do caule subterrâneo correspondente à massa seca total	%
pH	Potencial Hidrogeniônico	-
RPAR	Relação da parte aérea e da raiz na massa seca	-
RcaeSub	Relação do caule aéreo e subterrâneo na massa seca	-
RPAFR	Relação da parte aérea e da raiz na massa fresca	-
RCAESUBF	Relação do caule aéreo e subterrâneo na massa fresca	-
VR	Volume raiz	-
%	Porcentagem	-

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Referências.....	1
2 OBJETIVOS .....	3
3 ARTIGO.....	4
3.1 Introdução .....	5
3.2 Material e métodos.....	6
3.3 Resultados e discussão .....	10
3.4 Conclusões .....	29
3.5 Agradecimentos .....	30
3.6 Referências.....	30



# 1. INTRODUÇÃO GERAL

Segundo Salehi et al. (2018), o gênero *Mentha* compreende 42 espécies, constando 15 híbridos e uma variabilidade de subespécie. A hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*) é uma planta medicinal aromática, da família Lamiaceae, tendo como principais características a perenidade, o aroma e o uso na medicina popular pelo seu efeito antiviral, antifúngico e anti-inflamatório (Mahendran & Rahman 2020). Gholamipourfard et al. (2021) ainda afirmam que a hortelã-pimenta é consumida mundialmente, tendo foco, além da medicina popular, a culinária, como condimento.

Quanto aos recursos indispensáveis para o crescimento, a água é essencial para o metabolismo de uma planta, sendo que a reposição hídrica adequada ao tipo de cultura e a intensidade luminosa levam à eficiência na produtividade de uma espécie cultivada (Oliveira et al. 2020, Paz et al. 2000).

As necessidades fisiológicas de uma espécie cultivada irão variar segundo a época, ambiente e ciclo fenológico da cultivar (Silva T. et al. 2021). Desta forma, o cultivo em condições edafoclimáticas favoráveis à espécie permite a expressão do potencial genético, com melhores respostas fisiológicas, crescimento, acúmulo de biomassa e obtenção de produtos com melhor qualidade.

A interação luz-água interfere no crescimento das plantas, uma vez que a água é doadora inicial de elétrons para o fotossistema II da fotossíntese. Para que ocorra a doação inicial de elétrons, é necessário que ocorra a fotólise da água, processo dependente da ação da luz, interferindo, assim, na produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, na biomassa da planta (Taiz et al. 2017).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*) sob diferentes intensidades de luz e reposições hídricas.

## 1.1 Referências

Gholamipourfard, K., Salehi, M. & Banchio, E. 2021. *Mentha piperita* phytochemicals in agriculture, food industry and medicine: features and applications. South African Journal of Botany 141:183-195. doi: 10.1016/j.sajb.2021.05.014.. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S025462992100185X> Acessado em

08.08.2022.

Mahendran, G. & Rahman, L.-U. 2020. Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on peppermint (*Mentha × piperita* L.)-a review. *Phytotherapy Research* 34(9):2088-2139. doi: 10.1002/ptr.6664. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ptr.6664> Acessado em 02.05.2022.

Oliveira, R. de S. V., Salomão, L. C., Morgado, H. S., Sousa, C. M., Oliveira, H. F. E. de. 2020. Growth and production of basil under different luminosity and water replacement levels. *Horticultura Brasileira* 38(3):324-328. doi: 10.1590/s0102-053620200314. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/vk3dwvkZpTz4tqqwvrrg7xF/?lang=en> Acessado em 10.12.2021.

Paz, V. P. da S., Teodoro, R. E. F. & Mendonça, F. C.. 2000. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 4(3):465-473. doi: 10.1590/S1415-43662000000300025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/FWpZyJgJyWVwnxN8v4rbq9c/?lang=pt> Acessado em 20.12.2021.

Salehi B. 2018. Plants of genus *Mentha*: from farm to food factory. *Plants (Basel)* 7(3):70. doi: 10.3390/plants7030070. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30181483/> Acessado em 07.06.2022.

Silva, T. R. G. da, Costa, M. L. A. da, Farias, L. R. A., Santos, M. A. dos, Rocha, J. J. de L., Silva, J. V. 2021. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. *Research, Society and Development*, [S.l.], 10(4):e19710413817. doi: 10.33448/rsd-v10i4.13817. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13817>. Acessado em 06.02.2022.

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., Murphy, A. 2017. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed. 888.

## 2. OBJETIVOS

Este estudo tem como *Objetivo Geral* definir ótimas condições de luminosidade e reposição hídrica para o crescimento e acúmulo de biomassa em *Mentha x piperita*.

Os *objetivos específicos* são:

- a) avaliar o volume da raiz;
- b) estimar número das folhas e dos ramos;
- c) determinar diâmetro do caule;
- d) mensurar massa fresca e seca da raiz, das folhas e dos ramos;
- e) relacionar as variáveis de massa fresca e seca dos órgãos da cultivar;
- f) avaliar o teor relativo de clorofila da cultivar em resposta às estações e condições de cultivo;
- g) dimensionar a altura da planta; e
- h) medir a fluorescência da clorofila de *Mentha x piperita* em respostas às condições de cultivo.

### 3. ARTIGO

#### **Crescimento de *Mentha x piperita* sob diferentes radiações e reposições hídricas**

(Normas segundo a revista Iheringia, Série Botânica)

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de hortelã-pimenta sob diferentes radiações e reposições hídricas na estação chuvosa e da seca. Nas duas estações de cultivo avaliou-se altura, diâmetro do caule, número de folhas, ramos e teor relativo de clorofila. Na estação chuvosa, o delineamento fatorial utilizado foi parcelas sub-subdivididas, sendo cinco parcelas (15, 30, 45, 60 e 75 dias), três subparcelas (50%, 70% e 100% de sombreamento), quatro sub-subparcelas (25%, 50%, 75% e 100% de água) e seis repetições. Na estação da seca, utilizou-se delineamento fatorial em parcelas sub-subdivididas, sendo seis parcelas (15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias), três subparcelas (pleno sol, tela comercial de 50% e 70% de sombreamento), três sub-subparcelas (50%, 75% e 100% de água) e seis repetições. As variáveis destrutivas e a razão entre os órgãos vegetativos foram estudadas ao término do experimento, conforme a estação de cultivo. Na estação da seca, foi acrescentada a variável fluorescência. As variáveis fisiológicas e agrônômicas apresentaram variações nos resultados em relação aos ambientes, reposições hídricas e estações de cultivo. A razão da fluorescência máxima e inicial, razão da fluorescência variável e inicial, razão da fluorescência variável e fluorescência máxima apresentaram melhores resultados nos ambientes com sombreamento.

Palavras-chave: Água. Fluorescência. Hortelã. Sombreamento.

### 3 SCIENTIFIC PAPER

#### **Growth of *Mentha x piperita* under different light and water conditions**

(Standards according to the journal Iheringia, Botanical Series)

**Abstract:** This paper aimed to evaluate the peppermint growth under different luminosities and water replacement. Height, stem diameter, number of leaves, branches and relative chlorophyll content were evaluated in the two cultivation seasons. Factorial design was in split split plots with five plots (15, 30, 45, 60 and 75 days), three split plots (50%, 70% and 100% shading), four split split plots (25%, 50%, 75% and 100% water), and six replicates, showing a difference in the rainy season. A factorial design was used in split split plots with six plots (15, 30, 45, 60, 75, and 90 days), three split plots (full sun, commercial screen of 50% and 70% shading), three split split plots (50%, 75%, and 100% water), and six replicates in the dry season. Destructive variables and the relationship of vegetative organs were studied at the end of the experiment, according to the cultivation season. The fluorescence variable was added in the dry season. The physiological and agronomic variables showed variations in the results in relation to environments, water replacement, and cultivation season. The maximum and initial fluorescence ratio, variable and initial fluorescence ratio, variable fluorescence ratio, and maximum fluorescence showed better results in shading environments.

**Palavras-chave:** Fluorescence. Mint. Shading. Water.

### 3.1 Introdução

A hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*) pertence à família Lamiaceae, sendo utilizada tanto como condimento, quanto na medicina popular, principalmente em razão das propriedades do seu óleo essencial, sendo o mentol o principal componente (Cappellari *et al.* 2019, Gasparin *et al.* 2014).

Segundo Soria *et al.* (2020), a folha de *Mentha x piperita* é utilizada como antiespasmódico estomacal, na taquicardia e como tranquilizante, sendo que Haeffner *et al.* (2012) explicam que a cultura popular ainda se refere à espécie como agente sobre os sintomas causados pela dor de cabeça.

O balanço hídrico nos tecidos de uma planta depende da relação entre a absorção de água do solo através das raízes e da taxa de transpiração estomática (Kramer 1980). A menor disponibilidade hídrica é um dos fatores que promove a abertura estomática, e conseqüentemente, maior transpiração vegetal e assimilação de carbono, além de interferir na condução de seiva inorgânica via xilema (Taiz *et al.* 2017).

Outro fator que deve ser considerado, é que o estresse hídrico induz a produção

de ABA, o qual é um sinalizador para a saída de potássio das células-guarda, promovendo assim, fechamento estomático. As plantas possuem estratégias voltadas para a sobrevivência em meio ao estresse hídrico, estando entre elas: redução da parte aérea e aumento da biomassa da raiz, diminuição da área foliar, bem como senescência foliar (Zulfiqar *et al.* 2020).

A água está relacionada com fatores de estabilidade na produção agrícola (Tiecher 2016) e diretamente ligada à turgescência celular, podendo, assim, em escassez, inibir o crescimento vegetativo.

Além disso, a água e a luz são fatores abióticos que promovem a fotólise da água, processo que é responsável pela geração de elétrons, prótons de hidrogênio e oxigênio na fase fotoquímica da fotossíntese (Taiz *et al.* 2017). A água e a luz também estão relacionadas com a temperatura e a umidade, as quais de acordo com às necessidades fisiológicas e a variação entre estes fatores podem desencadear mecanismos de estresse na planta (Ávila e Barbosa 2019).

Stefanakis *et al.* (2022) afirmam que fatores ambientais como temperatura, intensidade de luz, precipitação e umidade relativa do ar influenciam no rendimento de plantas da família Lamiaceae.

Para tanto, ao considerarmos os aspectos agronômicos, poucas são as pesquisas que buscam compreender o comportamento da hortelã-pimenta sob diferentes luminosidades e condições hídricas, e os estudos do cultivo desta planta bem como o aperfeiçoamento de técnicas que priorizem seu crescimento são importantes.

O presente trabalho objetivou avaliar o crescimento de *Mentha x piperita* sob diferentes intensidades de luz e reposições hídricas na estação das chuvas e da seca, no município de Ceres, Goiás.

### 3.2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no Instituto Federal Goiano - Campus Ceres (15°20'55" S, 49°36'03" W), em duas épocas do ano, com a primeira de fevereiro a abril de 2021, na estação das chuvas, e a segunda de agosto a novembro de 2021, na estação da seca. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima regional é tido como Aw – tropical, com a caracterização de inverno seco e verão chuvoso (Cardoso *et al.* 2014).

Para a obtenção das mudas, foram utilizadas sementes comerciais de hortelã-pimenta (*Mentha x piperita*) da empresa Topseed Garden®. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, com substrato comercial (Tropstrato®), as quais ficaram por 30 dias no viveiro após a semeadura na estação das chuvas e 45 dias na estação da seca. Após este período, as mudas foram transplantadas para recipientes de plástico com capacidade de 12 L, com substrato composto por solo (nitossolo vermelho eutrófico), areia e esterco bovino, na proporção de 3:1:1.

As propriedades físico-químicas do substrato para o experimento da estação chuvosa (c) e seca (s), respectivamente, foram: pH (c: 5,66) (s: 6,85), matéria orgânica (c: 19,9 g dm<sup>-3</sup>) (s: 19,86 g dm<sup>-3</sup>), cálcio (c: 9,19 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) (s: 2,60 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), magnésio (c: 1,89 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) (s: 1,55 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), alumínio (c: 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) (s: 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), acidez total (c: 1,30 mmol/dm<sup>3</sup>) (s: 1,73 mmol dm<sup>3</sup>), fósforo (c: 118 mmol dm<sup>3</sup>) (s: 110,6 mmol dm<sup>3</sup>) e potássio (c: 229,37 mg dm<sup>-3</sup>) (s: 609,33 mg dm<sup>-3</sup>).

Após o transplante, as plantas foram aclimatadas por sete dias em pleno sol. Em seguida, foram iniciados os tratamentos com as radiações e as reposições hídricas, considerando a Etc, evapotranspiração da cultura, de cada ambiente de cultivo. Para a Eto, evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>), foi feita leitura diária em um minitanque evaporimétrico desenvolvido (TED), e a reposição hídrica com sistema localizado do tipo gotejamento, botão e fluxo autocompensante, vazão de 2 Lh<sup>-1</sup> e pressão de serviço de 2 kgf cm<sup>2</sup>.

Foram utilizadas no manejo as Equações matemáticas (1), (2), (3) e (4):

$$ET_o = E_v \times K_t \quad (1)$$

Em que:

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência (mm d<sup>-1</sup>);

E<sub>v</sub> = Evaporação medida no minitanque “Classe A” (mm d<sup>-1</sup>); e

K<sub>t</sub> = Coeficiente do tanque (adimensional).

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (2)$$

Em que:

ET<sub>c</sub> = evapotranspiração da cultura (mm d<sup>-1</sup>);

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência (mm d<sup>-1</sup>); e

K<sub>c</sub> = Coeficiente da cultura.

$$ITN = ETC/Ea \quad (3)$$

Em que:

ITN = irrigação total necessária (mm);

ETC = evapotranspiração da cultura (mm d<sup>-1</sup>); e

Ea = Eficiência de aplicação (%).

$$T = ITN \times A/Q. \quad (4)$$

Em que:

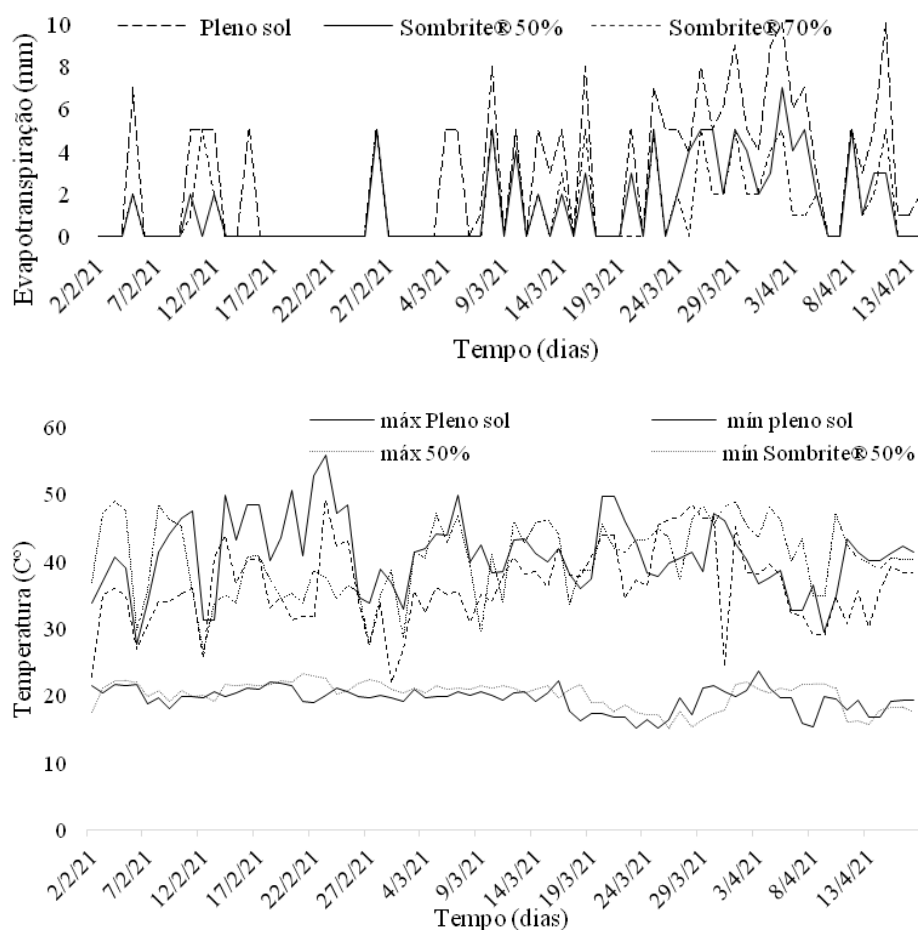
T = Tempo de irrigação (h);

ITN = irrigação total necessária (mm);

A = área irrigada (m<sup>2</sup>) e

Q = Vazão do gotejador (L.h<sup>-1</sup>).

Além da evapotranspiração, foram monitoradas a temperatura e a umidade relativa do ar (Fig. 1).



**Figura 1.** Temperatura, umidade relativa do ar, evapotranspiração durante o período experimental em duas estações e três ambientes de cultivo. Ceres - GO, 2021

**Fonte:** Autores (2022).



Para as variáveis altura (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas, ramos e teor relativo de clorofila, obtido com o SPAD-502 (Konica minolta), no experimento da estação das chuvas, adotou-se o delineamento fatorial em parcelas sub-subdivididas 5 x 3 x 4, com cinco avaliações como parcelas (aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após transplante), três ambientes de cultivo (pleno sol, tela comercial de 50% e 70% de sombreamento) nas subparcelas, quatro reposições hídricas (25%, 50%, 75% e 100% da evapotranspiração) nas sub-subparcelas e seis repetições, com uma planta por repetição.

No experimento da estação da seca, adotou-se delineamento fatorial em parcelas sub-subdivididas 6 x 3 x 3, com seis avaliações (15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após transplante nas parcelas), três ambientes de cultivo (pleno sol, tela comercial de 50% e 70% de sombreamento) nas subparcelas, três reposições hídricas (50%, 75% e 100% da evapotranspiração) nas sub-subparcelas e seis repetições.

Os ambientes de cultivo com 50% e 70% de sombreamento foram obtidos com tela comercial e estrutura de metal (410 cm x 300 cm x 210 cm), com os vasos dispostos entre si a uma distância de 50 cm. O ambiente de pleno sol consistia em um espaço a céu aberto (410 cm x 300 cm), com espaçamento entre os vasos de 50 cm.

As avaliações de altura (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas, ramos e teor relativo de clorofila foram feitas até o início da floração, havendo diferenças no ciclo das plantas entre as duas estações de cultivo. Na estação das chuvas, as plantas cultivadas iniciaram a floração aos 75 dias, enquanto na estação da seca, aos 90 dias de cultivo.

As variáveis destrutivas massa fresca da folha (MFF), massa fresca do caule subterrâneo (MFCs), massa fresca do caule aéreo (MFCa), massa fresca da parte aérea (MFPa), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da folha (MSF), massa seca do caule subterrâneo (MSCs), massa seca do caule aéreo (MSCa), massa seca da parte aérea (MSPa), massa seca da raiz (MSR), volume raiz (VR), massa seca total (MST), razão da massa seca das folhas correspondente à massa seca total (PMSF), razão da massa seca da raiz correspondente à massa seca total (PMSR), razão da massa seca do caule aéreo correspondente à massa seca total (PMSCa), razão da massa seca do caule subterrâneo correspondente à massa seca total (PMSCSub), relação da parte aérea e da raiz na massa seca (RPAR), relação do caule aéreo e subterrâneo na massa seca (RcaeSub), relação da parte aérea e da raiz na massa fresca (RPAFR) e a relação do caule aéreo e subterrâneo na massa fresca (RCAESUBF), foram feitas ao término do experimento conforme a

estação de cultivo. Ao final, foram mensuradas as razões e as relações entre os órgãos vegetativos com a utilização do software EXCEL – versão 2016.

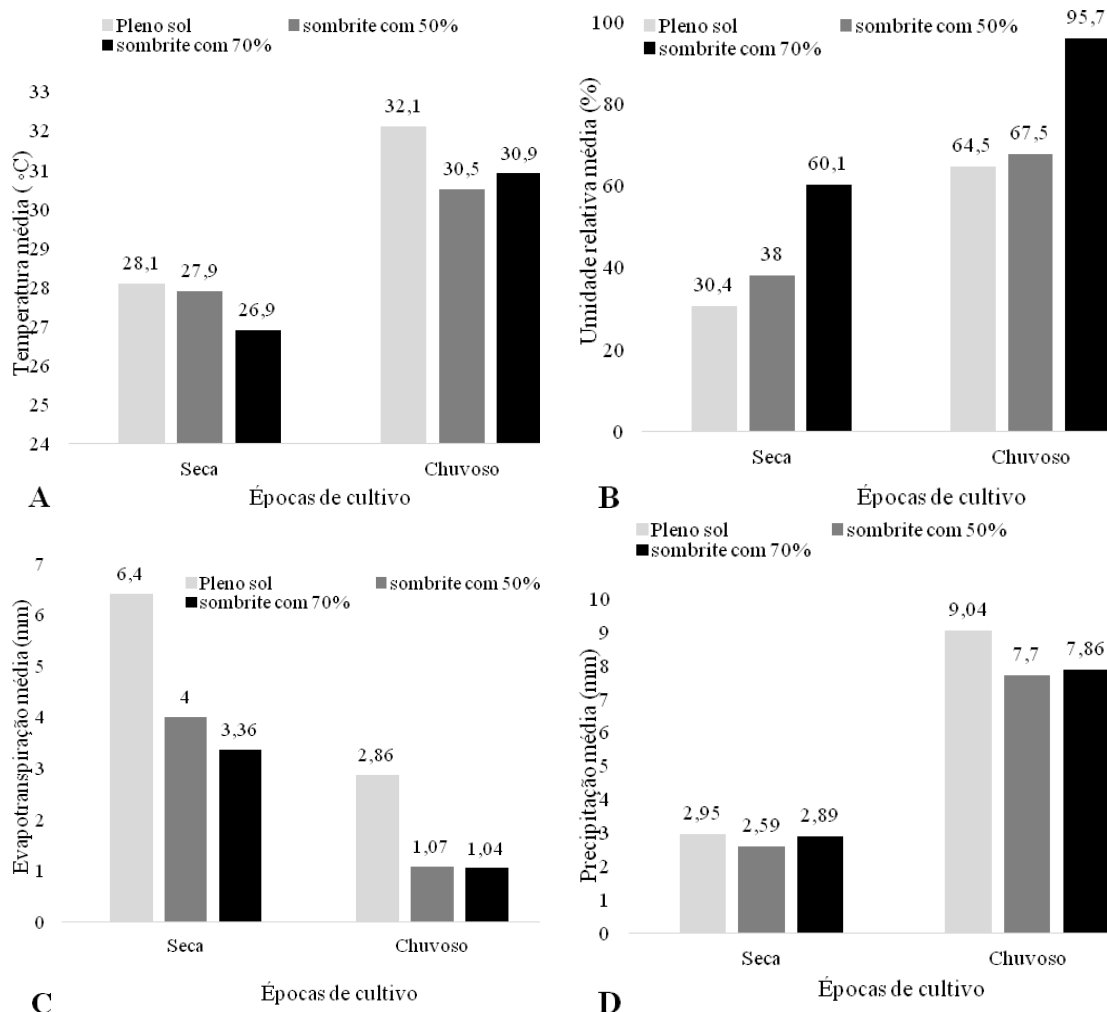
A análise de fluorescência da clorofila com fluorômetro FluorPen® (ICT International) foi feita ao término do experimento na estação seca. As avaliações foram feitas entre 9h e 11h, em folhas expandidas, as quais foram submetidas a 20 minutos sem exposição solar, com o auxílio de cliques adaptadores. As variáveis analisadas foram razão da fluorescência máxima e inicial ( $F_m/F_o$ ), razão da fluorescência variável e inicial ( $F_v/F_o$ ) e razão da fluorescência variável e fluorescência máxima ( $F_v/F_m$ ).

Os ambientes com tela comercial de 50% e 70% de sombreamento foram aferidos utilizando medidor de luz CI-340 Handheld Photosynthesis System, CID Bio-Science.

Os dados foram submetidos à análise de variância e adotado o teste F a 5% de probabilidade de erro. Nos dois experimentos, o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) foi utilizado para a comparação das médias dos ambientes de cultivo e regressão linear e quadrática para a idade e reposição hídrica.

### 3.3 Resultados e discussão

O uso das telas com indicação de 70% e 50% de sombreamento proporcionou apenas 45% e 43%, respectivamente, na redução da radiação fotossintética ativa, conforme aferição feita com CI-340 Handheld Photosynthesis System, CID Bio-Science. Os resultados médios para a média, umidade relativa do ar, evapotranspiração e precipitação variaram entre os ambientes e estações de cultivo (Fig. 2). Os menores resultados médios de temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação predominaram na estação da seca.



**Figura 2.** Resultados Médios no período experimental em duas estações e três ambientes de cultivo. Ceres - GO, 2021. **A.** Médias da temperatura média; **B.** Umidade relativa do ar; **C.** Evapotranspiração; **D.** Precipitação

**Fonte:** Autores (2022).

A resposta de variáveis de crescimento de *Mentha x piperita* aos tratamentos apresentou divergência entre as estações de cultivo (Tab. 1). O número de folhas, de ramos, diâmetro do caule, MFPa, MSPa, MFF, MSF, MFCa, MSCs, MFR, MSR, VR e MST mostraram maior sensibilidade às condições de cultivo (Tabs. 1 e 2). Os resultados indicam maior estabilidade para algumas variáveis e resposta à interação com o ambiente para outras variáveis.

Na estação chuvosa, a variável PMSCa foi significativa para os ambientes de cultivo. Na estação da seca, PMSF, PMSR, PMSCSub, PMSCa, RPAFR e RPAR apresentaram resultados significativos para as condições de cultivo (Tab. 3).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância (quadrado médio) para a altura das plantas, número de ramos, número de folhas e diâmetro do caule de *Mentha x piperita* cultivada na estação chuvosa e seca. Ceres – GO, 2021

FV	Estação chuvosa				Estação da seca			
	Altura (cm)	n. de ramos	n. de folhas	Diâmetro do caule (cm)	Altura (cm)	n. de ramos	n. de folhas	Diâmetro do caule (cm)
Idade (I)	7.312,19*	35.981,00*	3.696.611,50*	25,35*	1.252,32*	25.584,98*	3.653.449,56*	1,45*
CV 1 (%)	10,85	31,79	36,807	16,49	17,8	55,58	65,35	22,22
Ambiente (A)	3.615,25*	541,70 <sup>ns</sup>	358.831,15*	5,84*	130,70 <sup>ns</sup>	24.440,39*	1.453.441,56*	12,70*
I x A	147,04*	2.209,96*	229.352,66*	0,73*	4,06 <sup>ns</sup>	2.209,31*	147.267,82 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>
CV 2 (%)	10,31	28,91	30,07	17,68	40,1	94,58	91,69	34,87
Reposição (R)	116,37 <sup>ns</sup>	4.207,71*	390.151,52*	0,32 <sup>ns</sup>	127,28*	5.592,92*	907.400,14*	0,56*
I x R	32,93 <sup>ns</sup>	1.492,27*	104.912,39*	0,48 <sup>ns</sup>	17,01 <sup>ns</sup>	356,47 <sup>ns</sup>	89.046,32*	0,04 <sup>ns</sup>
A x R	120,84 <sup>ns</sup>	692,28 <sup>ns</sup>	252.641,25*	0,58 <sup>ns</sup>	44,81 <sup>ns</sup>	4.617,11*	146.683,86*	0,78*
I x A x R	18,82 <sup>ns</sup>	490,98 <sup>ns</sup>	135.698,00*	0,18 <sup>ns</sup>	7,42 <sup>ns</sup>	454,78*	32.154,25 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
CV 3 (%)	14,84	41,10	42,47	23,17	30,4	51,90	55,77	22,31
Média	29,8	49,8	431	2,4	17,7	28,5	307,9	1,77

**Fonte:** Autores (2022).

Nota: \*Teste F significativo a 5% de probabilidade de erro e ns não significativo.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância (quadrado médio) para volume do sistema radicular (VR), massa fresca da parte aérea (MFPa), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca do sistema radicular (MFR), massa fresca de caule subterrâneo (MFCs), massa fresca caule aéreo (MFCa), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPa), massa seca das folhas (MSF), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca do caule subterrâneo (MSCs), massa seca de caule aéreo (MSCa) e massa seca total (MST) em *Mentha* cultivada na estação chuvosa e seca. Ceres – GO, 2021

FV	Estação chuvosa												
	VR	MFPa	MFF	MFR	MFCs	MFCa	MFT	MSPa	MSF	MSR	MSCs	MSCa	MST
Ambiente (A)	7.286,11 <sup>ns</sup>	922,74 <sup>ns</sup>	51,02 <sup>ns</sup>	2.220,93 <sup>ns</sup>	1.813,70 <sup>ns</sup>	576,41 <sup>ns</sup>	2.220,93 <sup>ns</sup>	28,69 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	16,57 <sup>ns</sup>	29,12 <sup>ns</sup>	22,40 <sup>ns</sup>	54,97 <sup>ns</sup>
CV 1 (%)	39,16	23,91	35,45	40,91	37,11	35,82	40,91	27,36	29,20	47,04	25,30	28,09	23,48
Reposição (R)	9.032,40*	1.538,65*	878,44*	6.588,64*	2.252,34*	99,44 <sup>ns</sup>	6.589,63 <sup>ns</sup>	72,38*	29,99*	39,23*	35,80 <sup>ns</sup>	10,18 <sup>ns</sup>	378,93 <sup>ns</sup>
A x R	1.104,62 <sup>ns</sup>	242,29 <sup>ns</sup>	101,13 <sup>ns</sup>	524,19 <sup>ns</sup>	327,78 <sup>ns</sup>	80,06 <sup>ns</sup>	524,19 <sup>ns</sup>	11,15 <sup>ns</sup>	4,77 <sup>ns</sup>	6,47 <sup>ns</sup>	14,23 <sup>ns</sup>	2,23 <sup>ns</sup>	38,90 <sup>ns</sup>
CV 2 (%)	41,18	26,79	22,17	45,19	37,67	39,66	45,19	27,89	28,06	36,47	37,91	35,29	21,70
	Estação seca												
Ambiente (A)	15.193,37*	68,17 <sup>ns</sup>	70,57 <sup>ns</sup>	8.788,19*	7.810,82*	109,90 <sup>ns</sup>	7.723,18 <sup>ns</sup>	25,21 <sup>ns</sup>	16,17 <sup>ns</sup>	103,23*	570,40*	1,30 <sup>ns</sup>	1.506,19*
CV 1 (%)	23,99	29,15	36,34	32,38	61,89	27,86	28,76	30,18	28,69	35,47	48,37	36,12	28,09
Reposição (R)	369,37 <sup>ns</sup>	331,86 <sup>ns</sup>	119,64 <sup>ns</sup>	173,74 <sup>ns</sup>	159,54 <sup>ns</sup>	121,86 <sup>ns</sup>	6.725,23 <sup>ns</sup>	15,84 <sup>ns</sup>	6,71 <sup>ns</sup>	4,64 <sup>ns</sup>	41,06*	3,53 <sup>ns</sup>	130,58 <sup>ns</sup>
A x R	482,48 <sup>ns</sup>	327,32 <sup>ns</sup>	105,52 <sup>ns</sup>	653,90 <sup>ns</sup>	68,21 <sup>ns</sup>	94,23 <sup>ns</sup>	235,13 <sup>ns</sup>	36,63 <sup>ns</sup>	8,78 <sup>ns</sup>	6,61 <sup>ns</sup>	43,75*	11,84 <sup>ns</sup>	143,36 <sup>ns</sup>
CV 2 (%)	48,45	24,94	27,53	41,75	54,77	24,01	22,12	34,13	36,64	50,45	31,24	35,51	28,07

**Fonte:** Autores (2022).

**Nota:** \*Teste F significativo a 5% de probabilidade de erro e ns não significativo.

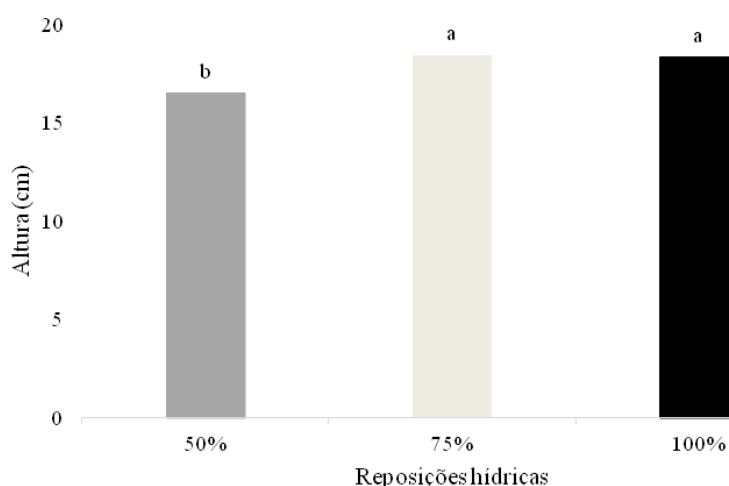
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância (quadrado médio) para relação da parte aérea e da raiz na massa fresca (RPAFR), relação do caule aéreo e subterrâneo na massa fresca (RCAESUBF), relação da massa seca das folhas correspondente à massa seca total (PMSF), razão da massa seca da raiz correspondente à massa seca total (PMSR), razão da massa seca do caule aéreo correspondente à massa seca total (PMSCa), razão da massa seca do caule subterrâneo correspondente à massa seca total (PMSCSub), relação da parte aérea e da raiz na massa seca (RPAR), relação do caule aéreo e subterrâneo na massa seca (RCaeSub) na estação das chuvas e da seca. Ceres – GO, 2021

FV	Estação chuvosa							
	RPAFR	RCAESUBF	PMSF	PMSR	PMSCa	PMSCSub	RPAR	RCaeSub
Ambiente (A)	1,01 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	13,07 <sup>ns</sup>	178,83 <sup>ns</sup>	105,25*	31,89 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
CV 1 (%)	88,29	62,59	21,68	39,00	14,24	16,42	88,29	56,76
Reposição (R)	0,41 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	34,50 <sup>ns</sup>	63,19 <sup>ns</sup>	64,85 <sup>ns</sup>	71,06 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>
A x R	0,25 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	22,16 <sup>ns</sup>	40,90 <sup>ns</sup>	11,29 <sup>ns</sup>	42,83 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>
CV 2 (%)	61,43	65,77	26,25	26,66	25,41	25,20	61,43	79,71
	Estação da seca							
Ambiente (A)	7,19*	2,99 <sup>ns</sup>	341,59*	133,09*	561,24*	1.031,79*	33,54*	8,13 <sup>ns</sup>
CV 1 (%)	9,50	98,56	8,63	20,92	35,44	41,57	28,63	104,23
Reposição (R)	0,14 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	3,08 <sup>ns</sup>	11,55 <sup>ns</sup>	38,68 <sup>ns</sup>	62,43 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>
A x R	0,44 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	19,15 <sup>ns</sup>	45,62 <sup>ns</sup>	117,31 <sup>ns</sup>	83,82 <sup>ns</sup>	5,21 <sup>ns</sup>	2,20 <sup>ns</sup>
CV 2 (%)	29,20	81,03	16,36	28,79	30,50	32,16	39,99	94,62

**Fonte:** Autores (2022).

**Nota:**\*Teste F significativo a 5% de probabilidade de erro e ns não significativo.

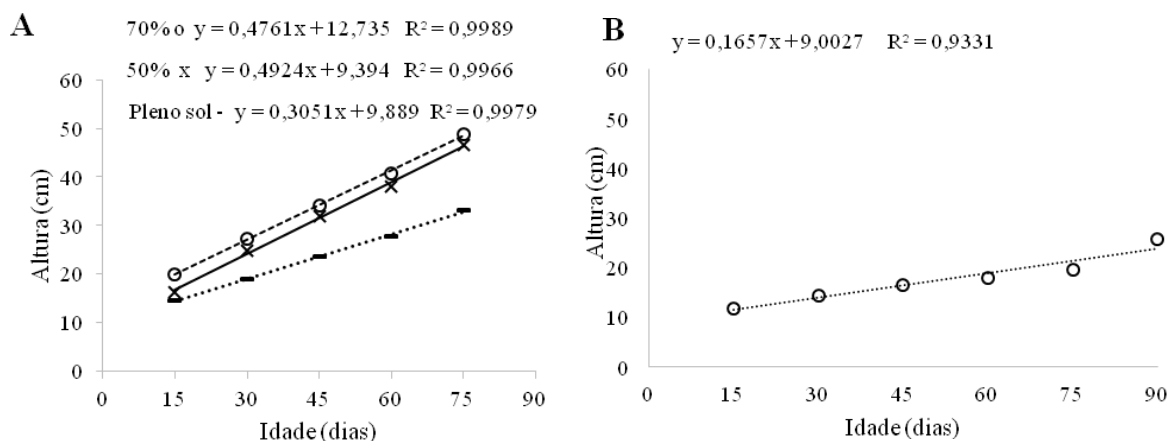
Na estação da seca, as plantas cultivadas com reposições hídricas de 75% e 100% apresentaram altura superior àquelas submetidas a 50% de reposição hídrica (Fig. 3). A água está relacionada a diversas respostas, como, por exemplo, à abertura estomática, sendo que a escassez hídrica promove o fechamento dos estômatos e conseqüentemente, influencia na assimilação de carbono e produção de fotoassimilados. Além disso, água está relacionada com a turgescência celular, promovendo crescimento vegetativo e também com a doação de elétrons necessários para o aparelho fotossintético produzir a matéria orgânica, que é direcionada via floema. Neste sentido, as auxinas produzidas nos ápices meristemáticos podem ser redirecionadas via floema por meio do transporte polar, promovendo, assim, crescimento (Benedetto *et al.* 2018). Hancioglu *et al.* (2020) destacam em seu trabalho que o orégano cultivado sob regimes hídricos apresentou menores resultados quando cultivado em condições de menor disponibilidade hídrica.



**Figura 3.** Altura (cm) de plantas de hortelã-pimenta, aos 90 dias após o transplante, cultivadas na estação seca. Ceres - GO, 2021

**Fonte:** Autores (2022).

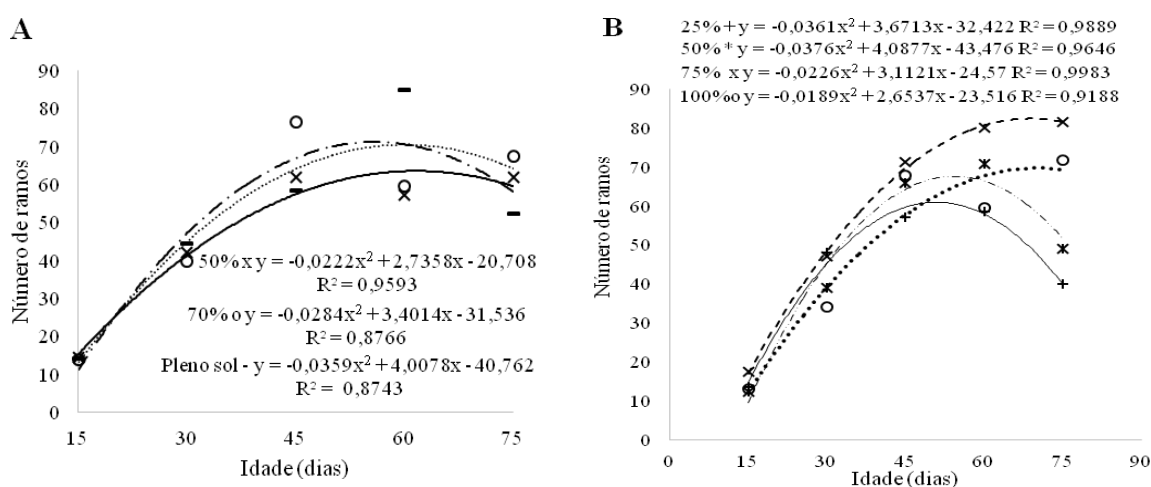
A altura das plantas de hortelã-pimenta aumentou com a idade das plantas (Fig. 4). Na estação das chuvas, as plantas apresentaram aumento contínuo na altura até aos 75 dias de cultivo, com maior intensidade nos ambientes sombreados. Em pleno sol, as plantas apresentaram altura cerca de 40% inferior às cultivadas nos ambientes sombreados (Fig. 4A), o que corrobora o resultado encontrado por De Santo & Alfani (1980) em seu trabalho sobre a adaptabilidade de *Mentha piperita* L., em que as plantas submetidas a 44% de luz natural apresentaram maior altura em relação às cultivadas a pleno sol. Já na estação da seca, houve tendência de crescimento linear até os 90 dias de cultivo, mas com menor intensidade em relação à estação chuvosa (Fig. 4B).



**Figura 4.** Altura de hortelã-pimenta - Ceres - GO, 2021. **A.** Na estação das chuvas; **B.** Na estação da seca  
**Fonte:** Autores (2022).

A baixa umidade relativa do ar na estação da seca pode ter influenciado negativamente o crescimento das plantas, mesmo com a reposição hídrica de 100% da evapotranspiração. Alhaithloul *et al.* (2019) relatam que o estresse hídrico provocado pela estação da seca é um fator que afeta o declínio da altura das plantas de *Mentha*.

Na estação das chuvas, o ambiente de cultivo influenciou na ramificação das plantas. Em pleno sol, o máximo de ramos foi estimado aos 55,8 dias, enquanto no sombreamento com 50% e 70%, o máximo estimado ocorreu aos 61,6 e 59,9 dias, respectivamente (Fig. 5A). As menores reposições hídricas limitaram a ramificação, enquanto os maiores resultados obtidos foram aos 68,5 e 70,2 dias nas reposições hídricas de 75% e 100%, respectivamente (Fig. 5B). Rahimi *et al.* (2018) destacam em seu trabalho sobre déficit hídrico na modulação da capacidade antioxidante de hortelã-pimenta que reposições hídricas restritas influenciaram significativamente o declínio do número de pequenos ramos.



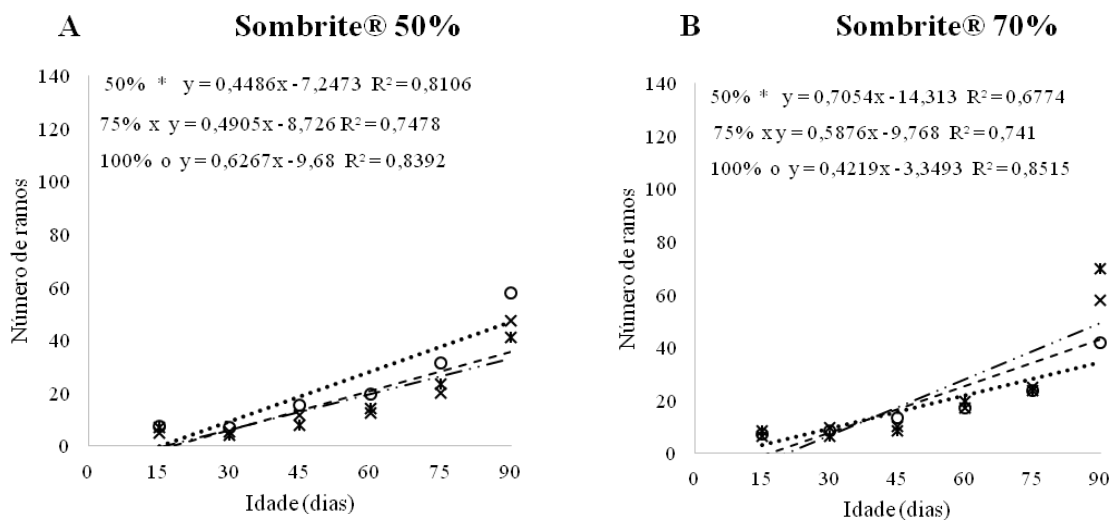
**Figura 5.** Número de ramos por planta em hortelã-pimenta - Ceres - GO, 2021. **A.** Cultivada em diferentes ambientes e idades; **B.** Cultivada em reposições hídricas e idades na estação das chuvas  
**Fonte:** Autores (2022).

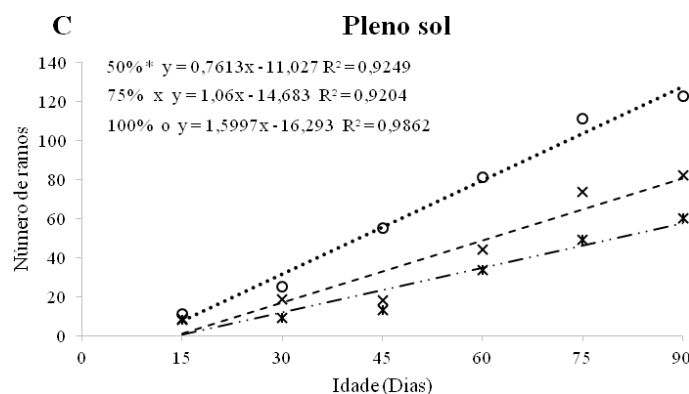


A ramificação depende do crescimento de gemas vegetativas. A falta de água nas plantas induz a produção de ácido abscísico (ABA) nos tecidos vegetais e, conseqüentemente, inibe a formação e/ou o desenvolvimento de brotos/ramos. Assim, o estresse hídrico provavelmente alterou o balanço hormonal nos tecidos e limitou a ramificação no experimento.

Quanto aos ambientes de cultivo, a luminosidade pode alterar o balanço hormonal nos tecidos, favorecendo, principalmente, com a síntese de auxina em relação às citocininas, predominância da dominância apical e menor ramificação, havendo também alteração da sensibilidade dos tecidos às moléculas hormonais (TAIZ *et al.* 2017).

Na estação da seca, houve interação tripla entre os tratamentos para número de ramos, havendo crescimento linear para número de ramos com o decorrer dos dias de cultivo nos ambientes de cultivo e reposições hídricas (Fig. 6). Nos ambientes com maior intensidade luminosa, o número de ramos aos 90 dias de cultivo foi superior em razão da maior disponibilidade de água (Figs. 6A e 6C), enquanto no ambiente com sombrite® de 70%, as taxas de reposição hídrica inferiores a 100% se destacaram no mesmo período de cultivo (Fig. 6B). Para tanto, ambientes com maior intensidade luminosa demandam taxas superiores de reposição hídrica, provavelmente pela maior evapotranspiração e menor umidade relativa do ar, além de temperaturas mais elevadas (Fig. 6).



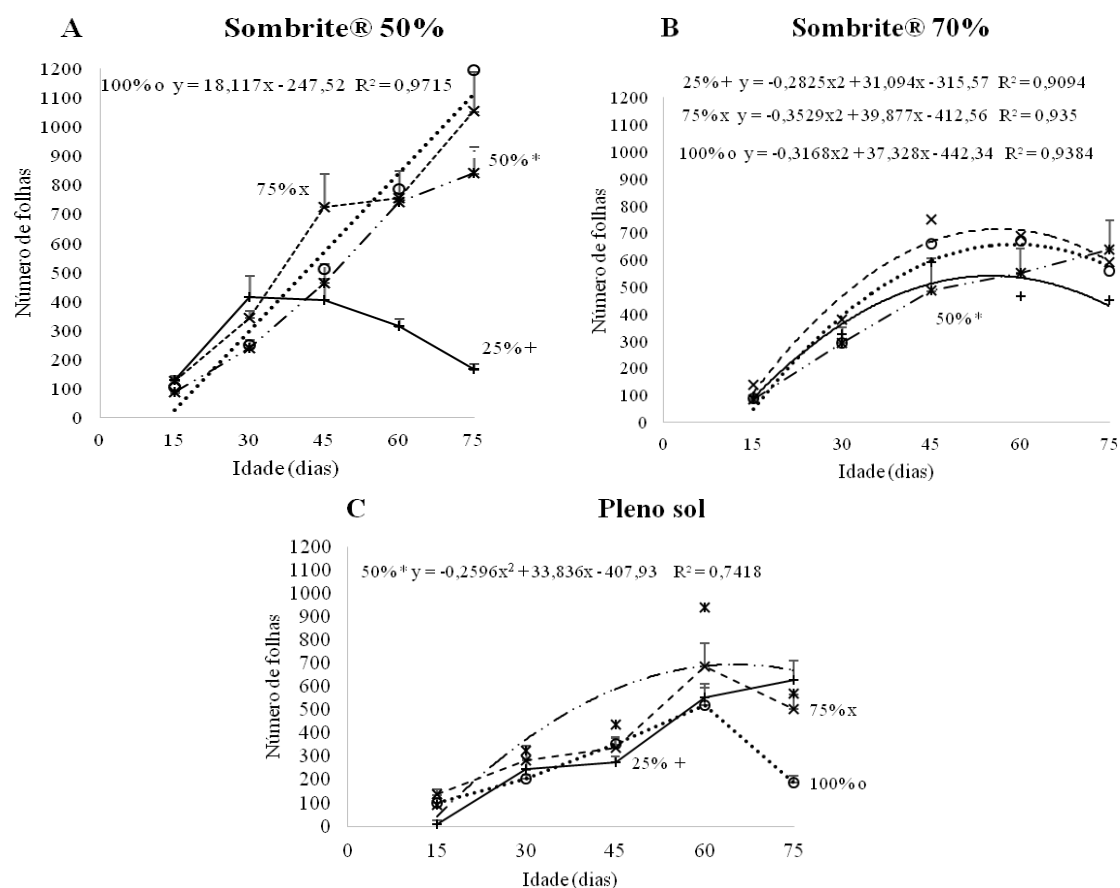


**Figura 6.** Número de ramos por planta em hortelã-pimenta cultivada em diferentes reposições hídricas e idades. **A.** Em sombrite® 50% na estação da seca; **B.** Em sombrite® 70% na estação da seca; **C.** Em pleno sol na estação da seca. Ceres - GO, 2021

**Fonte:** Autores (2022).

Segundo Roman *et al.* (2016), as citocininas são estimuladas na presença de maior incidência de luz, desencadeando, através de sinais morfogênicos, quebra da dominância apical e maior número de brotos, enquanto em menor incidência de luz, há maior produção de auxinas e, conseqüentemente, predomínio da dominância apical e menor número de brotos.

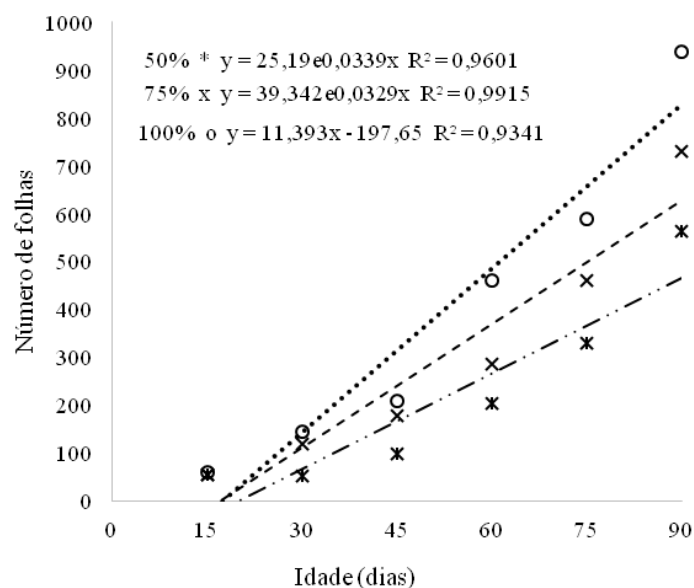
Na estação das chuvas, os ambientes de cultivo, as reposições hídricas e a idade da planta influenciaram no número de folhas de hortelã-pimenta (Fig. 7). O ambiente com sombrite® de 70% apresentou maior número de folhas para a reposição hídrica de 100% aos 58,9 dias, enquanto as reposições hídricas de 25% e 75% apresentaram maior número de folhas aos 55 e 56,4 dias, respectivamente (Fig. 7B). No ambiente com sombrite 50%, as plantas cultivadas sob reposição hídrica de 100% apresentaram aumento linear no número de folhas com o passar dos dias (Fig. 7A), enquanto as cultivadas em pleno sol apresentaram maior número de folhas aos 65,1 dias sob reposição hídrica de 50% (Fig. 7C). A reposição hídrica de 50% no ambiente com sombrite® 70% assim como as reposições de 25%, 50% e 75% no ambiente com sombrite® 50% e as de 25%, 75% e 100% no ambiente de pleno sol não apresentaram modelo matemático para explicar a tendência de resposta (Figs. 7A, 7B e 7C).



**Figura 7.** Número de folhas em hortelã-pimenta cultivada em diferentes reposições hídricas e idades. **A.** Em sombrite® 50% na estação das chuvas; **B.** Em sombrite® 70% na estação das chuvas; **C.** Em pleno sol na estação das chuvas. Ceres - GO, 2021

**Fonte:** Autores (2022).

Para número de folhas, na estação da seca, com o passar dos dias, observou-se incremento linear no número de folhas, com os maiores resultados aos 90 dias de cultivo com 100% de reposição hídrica (Fig, 8). Na mesma estação de cultivo, em pleno sol, o maior número de folhas foi obtido na reposição de 100% de água, enquanto nos sombreamentos com 50% ou 70%, a reposição de 50% proporcionou resultados inferiores à reposição hídrica de 100% (Tab. 4).



**Figura 8.** Número de folhas em hortelã-pimenta cultivada em diferentes idades e reposições hídricas na estação da seca

Fonte: Autores (2022).

**Tabela 4.** Número de folhas em hortelã-pimenta cultivada em diferentes ambientes e reposições hídricas na estação da seca. Ceres, GO. 2021

Reposição hídrica (%)	Ambientes de cultivo		
	Ambiente com sombrite® 70%	Ambiente com sombrite® 50%	Pleno sol
50	199,94aA	179,66aB	271,94aC
75	237,08bA	220,86bB	460,38aB
100	284,88bA	323,25bA	593,30aA

Fonte: Autores (2022).

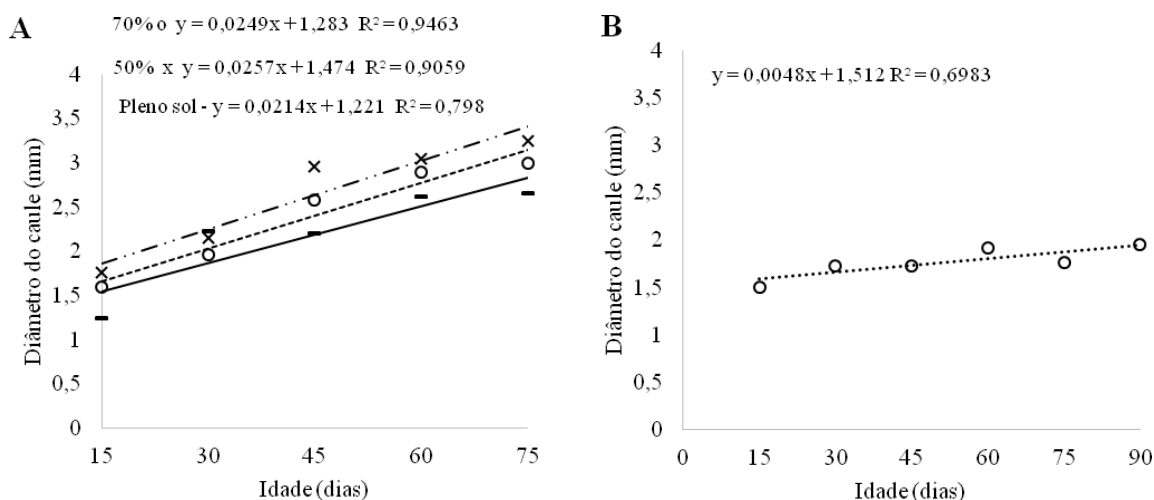
Nota: \*Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas e letras minúsculas comparam médias nas colunas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Estes resultados confirmam aqueles apresentados por Rahimi *et al.* (2018), em que plantas de *Mentha piperita* L., cultivadas sob baixas reposições hídricas, apresentaram resultados inferiores de número de folhas em relação às plantas cultivadas em reposições hídricas superiores.

As citocininas alteram a formação de brotos nas plantas (Ferreira L. *et al.*, 2020) pela divisão, expansão, determinação e diferenciação celular, além de promover a mobilização de nutrientes e de estar associada à atividade dos meristemas apicais, germinação e quebra da dormência de sementes. Os ambientes sombreados podem ter ocasionado mudanças nas taxas de citocininas e auxinas, tendo a última capacidade inibitória em relação à primeira (Oliveira *et al.* 2020). Gelderen *et al.* (2018) verificaram que brotos apresentaram maior sinalização de auxinas em plantas de *Arabidopsis thaliana* submetidas a maiores intensidades de luz vermelho distante.

Houve aumento do diâmetro do caule na época da chuva e da seca em razão da idade das plantas. Na estação das chuvas, o diâmetro do caule das plantas apresentou aumento linear

nos três ambientes de cultivo, havendo menor intensidade em pleno sol (Fig. 9A). Já na estação da seca, houve aumento do diâmetro do caule ao final dos 90 dias de cultivo (Fig. 9B). As plantas cultivadas em pleno sol e com reposição hídrica de 100% apresentaram maior diâmetro do caule em relação aos ambientes com sombrites® 70% e 50% e reposições hídricas de 100%, 50% e 75% (Tab. 5).



**Figura 9.** Diâmetro do caule de hortelã-pimenta - Ceres – GO, 2021. **A.** Em diferentes idades e ambientes de cultivo na estação das chuvas; **B.** Em diferentes idades na estação da seca

**Fonte:** Autores (2022).

**Tabela 5.** Diâmetro do caule de hortelã-pimenta cultivada em diferentes ambientes e reposições hídricas na estação da seca. Ceres – GO, 2021

Reposição hídrica (%)	Ambiente com sombrite® 50%	Ambiente com sombrite® 70%	Pleno sol
50	1,63 bA	1,51 bA	2,38 aA
75	1,65 bA	1,54 bA	1,91 aB
100	1,66 bA	1,44 cA	2,17 aA

**Fonte:** Autores (2022).

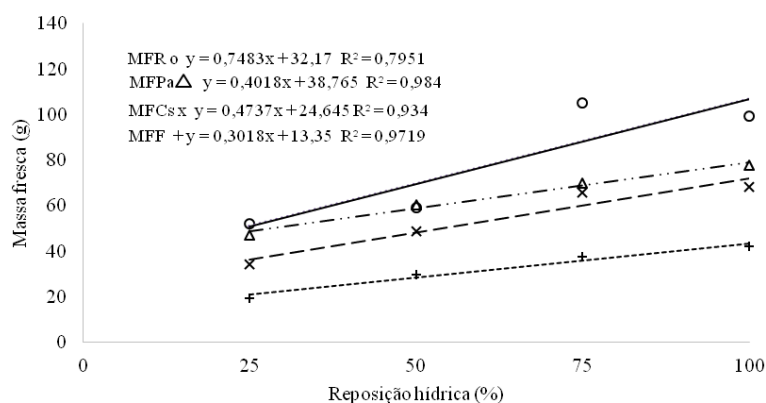
**Nota:** \*Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas e letras minúsculas comparam médias nas colunas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Segundo Nery *et al.* (2016), o crescimento secundário pode estar relacionado a uma alteração entre auxinas e citocininas, enquanto Carvalho *et al.* (2015) afirmam que a produção de brotos e folhas está associada às taxas de auxinas e fotoassimilados influenciando nos ápices caulinares e, conseqüentemente, no crescimento longitudinal.

Evert e Eichhorn (2014) e Lima-Brito *et al.* (2016) mostraram que a relação entre auxinas e citocininas estimula maior produção de parte aérea e de raízes em plantas, que, em proporções adequadas, promovem juntas o desenvolvimento de caules, formação de brotos e crescimento da raiz.

No período chuvoso, somente as reposições hídricas influenciaram no VR, na MFPa, MSPa, MFF, MFR, MFCs, MSF e MSR (Tab. 2). O aumento da reposição hídrica proporcionou

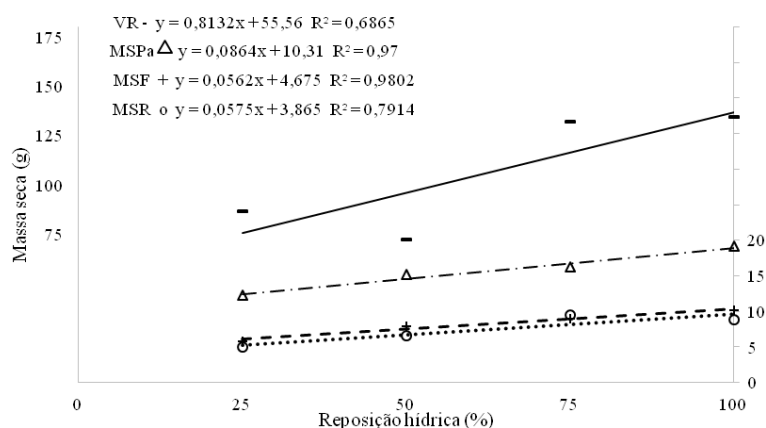
aumento linear na MFPa, MFF, MFCs e MFR (Fig. 10).



**Figura 10.** Massa fresca parte aérea, folha, caule subterrâneo, raiz e volume da raiz de plantas de hortelã-pimenta aos 75 dias, cultivadas na estação chuvosa em função da reposição hídrica. Ceres – GO, 2021

**Fonte:** Autores (2022).

No período chuvoso, o incremento da reposição hídrica proporcionou aumento linear na MSPa, MSF, MSR e VR (Fig. 11).



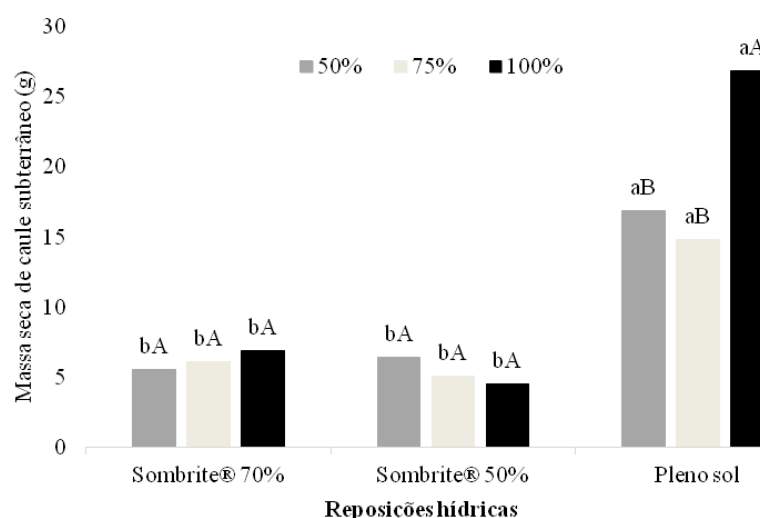
**Figura 11.** Volume da raiz, massa seca da parte aérea, folha e raiz de plantas de hortelã-pimenta cultivadas aos 75 dias na estação chuvosa, com reposições hídricas de 25%, 50%, 75% e 100%. Ceres – GO, 2021

**Fonte:** Autores (2022).

Maiores taxas de reposição hídrica tendem a influenciar na abertura estomática, uma vez que há maior disponibilidade de água e, conseqüentemente, maior entrada de gás carbônico, o qual é fixado pela enzima rubisco (RubP), promovendo produção de carboidratos e aumentando a condução de fotoassimilados via floema, o que confirma o maior acúmulo de matéria e, conseqüente, produção de biomassa total. Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira *et al.* (2020) em seu estudo com manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), em diferentes luminosidades e reposições hídricas.

No período da seca, somente os ambientes influenciaram na MFCs, MFR, VR, MSR e MST (Tab. 2). A MSCs apresentou interação entre os ambientes e as reposições hídricas (Fig.

12).



**Figura 12.** Massa seca do caule subterrâneo de plantas de hortelã-pimenta cultivadas aos 90 dias em ambientes com sombrites® 50% e 70%, pleno sol e reposições hídricas de 50%, 75% e 100% na estação seca. Ceres – GO, 2021

**Fonte:** Autores (2022).

Plantas de hortelã-pimenta cultivadas em pleno sol, na estação da seca, apresentaram maior MFCs, MFR, VR, MSR e MST em relação às plantas cultivadas em ambientes com sombrites® 50% ou 70%, que não diferiram entre si (Tab. 6).

**Tabela 6.** Massa fresca do caule subterrâneo (MFCs), massa fresca da raiz (MFR), volume da raiz (VR), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plantas de hortelã-pimenta cultivadas em ambientes a pleno sol, sombrites® 50% e 70% na estação da seca. Ceres – GO, 2021

Ambientes de cultivo	MFCs (g)	MFR (g)	VR (cm <sup>3</sup> )	MSR (g)	MST (g)
Sombrite® 50%	33,20 b	43,47 b	46,11 b	4,02 b	26,33 b
Sombrite® 70%	36,27 b	30,58 b	41,55 b	3,05 b	25,38 b
Pleno sol	85,69 a*	89,99 a	114,88 a	9,34 a	48,25 a
CV (%)	61,89	32,38	23,99	35,47	28,09

**Fonte:** Autores (2022).

**Nota:** \*Médias seguidas de mesma letra não diferenciam entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Plantas cultivadas em menor intensidade luminosa (50% e 70% de sombreamento) apresentaram limitação no crescimento radicular, enquanto plantas cultivadas sob pleno sol apresentaram maior crescimento do sistema radicular. Possivelmente, maior disponibilidade de luz pode ter intensificado a taxa fotossintética, havendo maior produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, aumento no carregamento do floema, viabilizando a alocação de fotoassimilados nas raízes (Duarte & Peil 2010, Taiz *et al.* 2017). Por sua vez, este processo condiciona a distribuição do carbono para as regiões receptoras de fotoassimilados.

Pegoraro *et al.* (2010) Pegoraro *et al.* (2010) avaliaram a massa seca total e raiz de plantas de hortelã-pimenta submetidas a diferentes níveis de luz aos 140 dias após o

transplântio, tendo encontrado, respectivamente, 24,4 g e 5,1 g para plantas cultivadas a pleno sol, sendo 49,43% e 45,39% inferiores aos apresentados no presente estudo (48,25 g e 9,34 g). Contudo, as plantas cultivadas a pleno sol apresentaram maior rendimento de massa seca total e de raiz, confirmando o presente estudo.

Na estação da seca, plantas de hortelã-pimenta cultivadas em ambiente com sombrite® 70% (Tab. 7) apresentaram 2,68 vezes mais parte aérea que raiz na massa fresca (RPAFR) e 6,11 na massa seca (RPAR), indicando maior crescimento vegetativo e rendimento de biomassa da parte aérea que da raiz neste tipo de ambiente. O inverso foi observado para plantas cultivadas em pleno sol, que apresentaram RPAFR e RPAR iguais a, respectivamente, 0,91 e 2,28. Em consonância com este estudo, Pegoraro *et al.* (2010) avaliaram a relao entre raiz e parte aérea e verificaram maior relao de massa de raízes em relao  parte aérea das plantas de hortelã-pimenta em ambientes com maior intensidade luminosa e menor relao em plantas cultivadas em ambientes com menor intensidade luminosa.

**Tabela 7.** Relao da massa fresca da parte aérea com a do sistema radicular (RPAFR), relao da massa seca da parte aérea com a do sistema radicular (RPAR), razão da massa seca das folhas correspondente  massa seca total (PMSF), razão da massa seca da raiz correspondente  massa seca total (PMSR), razão da massa seca do caule aéreo correspondente  massa seca total (PMSCa) e (PMSCSub) de plantas hortelã-pimenta em diferentes ambientes de cultivo na estao seca. Ceres – GO, 2021

Ambientes de cultivo	RPAFR	RPAR	PMSF (%)	PMSR (%)	PMSCa (%)	PMSCSub (%)
Sombrite® 50%	2,03 b	4,60 a	33,99 a	15,49 ab	29,81 a	20,69 b
Sombrite® 70%	2,68 a	6,11 a	33,73 a	11,67 b	11,67 b	22,78 ab
Pleno sol	0,91 c	2,28 b	23,19 b	19,36 a	19,36 a	40,19 a
CV (%)	9,50	28,63	8,63	20,92	35,44	41,57

**Fonte:** Autores (2022).

**Nota:**\* Letras minúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Quanto maior a massa da planta e sua área foliar, menor  a transpirao das plantas pela relao estabelecida entre esses parâmetros. A MFR das plantas cultivadas em pleno sol (Tab. 6) foi mais alta que nos demais ambientes, e este fator, aliado  MST e a uma menor RPAFR e RPAR (Tab. 7), indica que estas plantas sofreram menos por perda de água durante a transpirao e foram favorecidas na captao de água e nutrientes, devido ao enraizamento (Schieving & Poorter, 1999).

Em relao  massa seca total de plantas de hortelã-pimenta cultivadas no período da seca (Tab. 7), os ambientes com sombrites® 50% e 70% propiciaram uma maior PMSF do que plantas cultivadas em pleno sol e uma menor PMSR (Tab. 7), indicando que as plantas cultivadas em pleno sol apresentaram maior crescimento de raiz e as cultivadas em ambiente com sombreamento apresentaram maior crescimento vegetativo.

De toda a biomassa produzida a partir das plantas de hortelã-pimenta cultivadas na



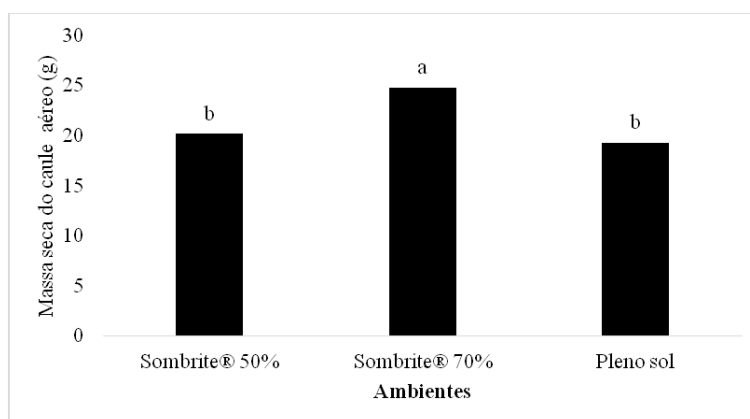
seca, as plantas cultivadas em ambientes com sombrite® 70% foram as que apresentaram menor PMSCa, bem como as plantas cultivadas em sombrite® 50%, que apresentaram menor fração de caule subterrâneo na massa seca total (Tab. 7). Este índice, aliado ao fato de estas mesmas plantas apresentarem maior rendimento de folhas, permite estimar que elas podem potencialmente produzir, a depender das condições ambientais indutoras, mais biocompostos de interesse agrônomico/fitoterápico.

Na estação da seca, a reposição hídrica de 25% não possibilitou a sobrevivência das plantas cultivadas em pleno sol e sombrites® de 50% e 70%, enquanto no período das chuvas, as plantas cultivadas com a mesma reposição hídrica foram viáveis em todos os ambientes de cultivo.

Para a variável MSCs, na estação da seca, o ambiente de pleno sol e a reposição hídrica de 100% trouxeram aumento significativo em comparação ao ambiente de pleno sol e reposições hídricas de 50% e 75% e sombrites® de 50% e 70% para as reposições de 50%, 75% e 100% (Fig. 12).

Vandenbussche *et al.* (2003) ressaltam que em ambientes sombreados há menor intensidade da luz ou densidade de fluxo de fótons fotossintéticos, reduzindo a taxa fotossintética e, conseqüentemente, o acúmulo de biomassa.

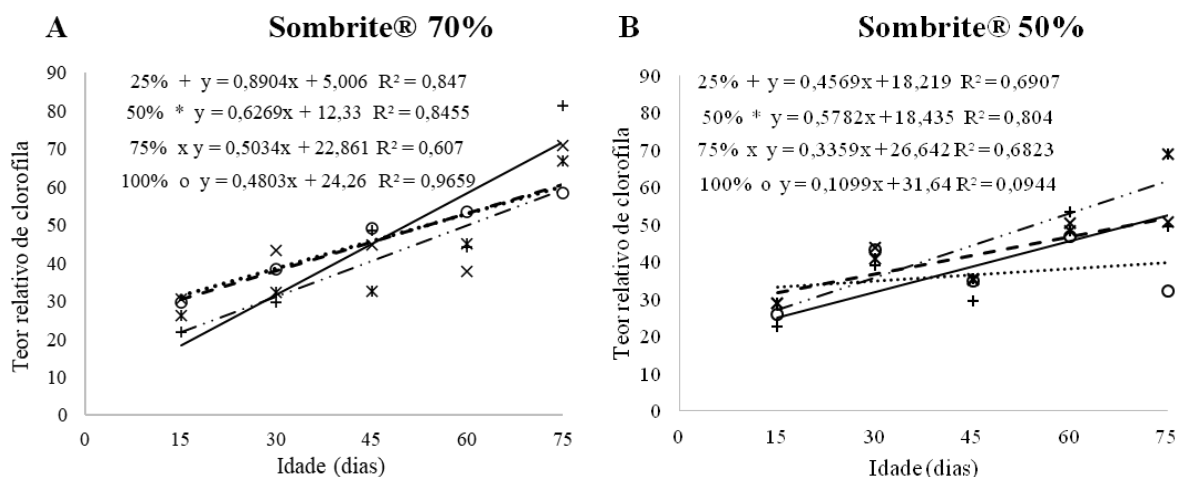
Na estação das chuvas, as plantas de hortelã-pimenta apresentaram maior fração de massa seca do caule aéreo em relação à massa seca total no ambiente com sombrite® 70% (Fig. 13). Este resultado difere do apresentado na estação da seca, provavelmente pela variação e influência da temperatura, umidade relativa do ar, evapotranspiração e precipitação entre as estações de cultivo (Fig. 2).



**Figura 13.** Relação da massa seca do caule aéreo correspondente à massa seca total (PMSCa) de plantas de hortelã-pimenta cultivadas em ambientes em sombrites® 50%, 70% e pleno sol na estação das chuvas aos 75 dias. Ceres – GO, 2021

**Fonte:** Autores (2022).

Na estação das chuvas, houve interação tripla entre os ambientes, reposições hídricas e idades para o teor relativo de clorofila (Fig. 12). Os ambientes com menor disponibilidade de luz apresentaram maior teor relativo de clorofila (Figs. 12A e 12B). As plantas cultivadas no ambiente com sombrite 70% obtiveram maior teor relativo de clorofila ao final dos dias de cultivo sob reposições hídricas de 25% e 75%, assim como em pleno sol (Fig. 12B e 12C). Ainda assim as plantas cultivadas em sombrite 50% sob reposições hídricas de 50% e 75% apresentaram maior teor relativo de clorofila para a variável no mesmo período (Figs. 12A e 12B). Jahani *et al.* (2021), com o trabalho Influência da aplicação foliar de zinco e ácido salicílico na clorofila total, componentes fenólicos, rendimento e composição do óleo essencial de hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.) sob condição de estresse hídrico, revelam que as plantas cultivadas sob condições hídricas restritas apresentaram menor teor relativo de clorofila do que as plantas cultivadas com maiores taxas de reposição hídrica.

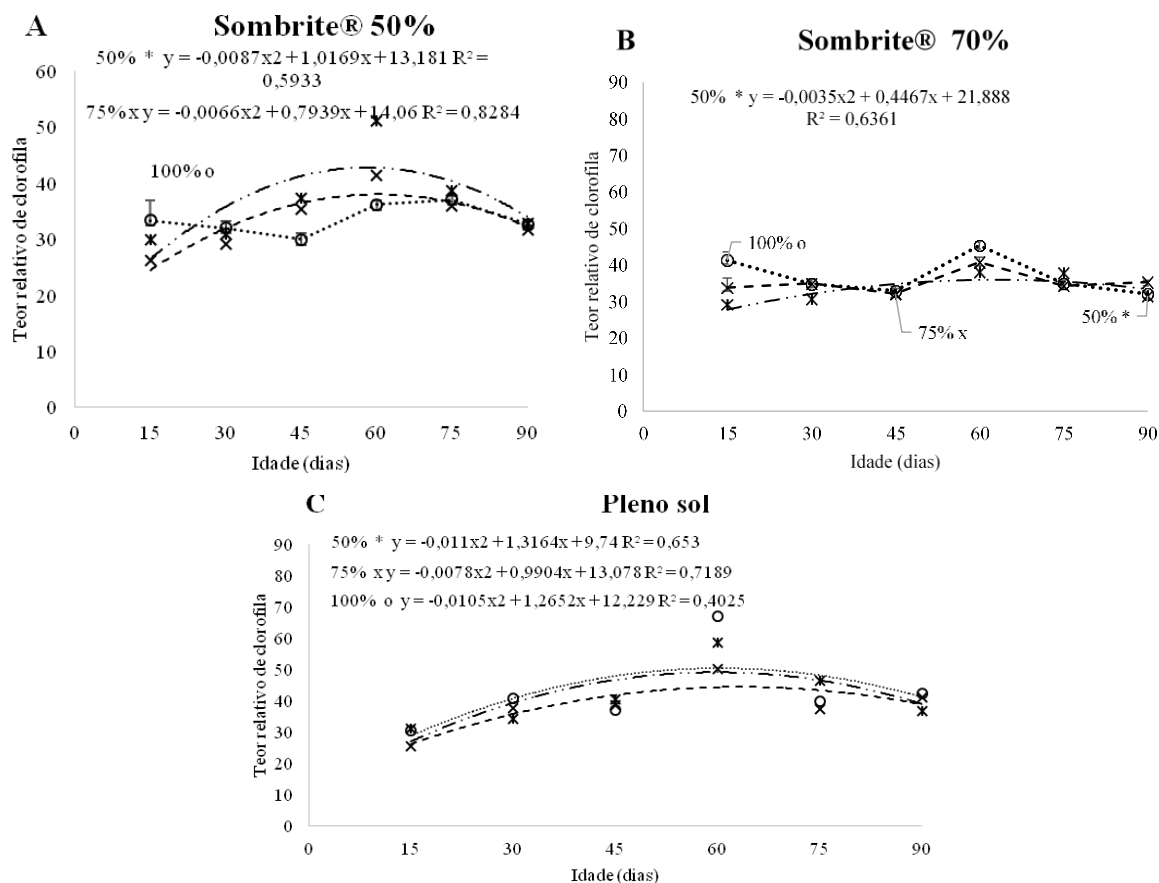


**Figura 14.** Teor relativo de clorofila de hortelã-pimenta cultivada em diferentes reposições hídricas e idades **A.** Em sombrite® 50% na estação das chuvas; **B.** Em sombrite® 70% na estação das chuvas; **C.** Em pleno sol na estação das chuvas. Ceres - GO, 2021

**Fonte:** Autores (2022).

Na estação da seca, houve interação tripla entre os ambientes, reposições hídricas e idades para o teor relativo de clorofila (Fig. 13). As plantas cultivadas em sombrite 70% sob reposição hídrica de 50% apresentaram maior teor relativo de clorofila aos 63,8 dias, enquanto as demais reposições hídricas (75% e 100%) não tiveram modelo matemático para explicar a tendência de resposta (Fig. 13B). Em sombrite de 50%, as plantas cultivadas sob reposição hídrica de 50% obtiveram maior teor relativo de clorofila aos 58,4 dias, enquanto as plantas com 75% de reposição hídrica obtiveram maior teor relativo de clorofila aos 60,1 dias (Fig. 13A). Ainda assim, a reposição hídrica de 100% do ambiente com sombrite 50% não teve modelo matemático para explicar a tendência de resposta. Em pleno sol, as plantas cultivadas

sob lâminas de 50%, 75% e 100% apresentaram maior teor para a variável analisada aos 59,8 dias, 63,4 dias e 60,2 dias, respectivamente (Fig. 13C). Segundo Jahani *et al.* (2021), condições relacionadas à seca reduzem a clorofila total pela peroxidação do cloroplasto, inibição da biossíntese de clorofila, além da sua foto-oxidação e aumento da atividade enzimática da clorofilase. A Fig. 13 mostra o teor relativo de clorofila da planta hortelã-pimenta cultivada em diferentes reposições hídricas e idades.



**Figura 15.** Teor relativo de clorofila de hortelã-pimenta cultivada em diferentes reposições hídricas e idades. **A.** Em sombrite® 50% na estação da seca; **B.** Em sombrite® 70% na estação da seca; **C.** Em pleno sol na estação da seca. Ceres - GO, 2021

**Fonte:** Autores (2022).

As clorofilas são pigmentos importantes na captação da luz para a conversão da radiação luminosa em energia química essenciais à fotossíntese. Estes pigmentos são importantes indicadores da eficiência da taxa fotossintética, representando, assim, condições relacionadas ao crescimento e adaptação das plantas (Araújo *et al.* 2019).

A redução da disponibilidade hídrica pode ocasionar alterações no metabolismo da planta. O balanço de assimilação de  $CO_2$ /nutriente na folha é um indicador importante na adaptação de espécies com limitações hídricas (Campelo *et al.* 2020), sendo o teor relativo de clorofila um indicador da presença de nitrogênio. Um fator a ser considerado em relação à

proporção hídrica é a saturação do solo, em que teores de água superiores às necessidades fisiológicas da planta podem ocasionar saturação do sistema radicular e, conseqüentemente, menor absorção de nutrientes, estando, entre eles, o nitrogênio, importante na composição da clorofila (Cintra *et al.* 2020).

Possivelmente os ambientes com sombrites disponibilizaram uma quantidade de luz disponível suficiente para o aumento do teor relativo de clorofila das plantas, uma vez que estes ambientes apresentaram sombreamentos inferiores ao esperado. Ainda assim, Araújo *et al.* (2019) afirmam que maiores concentrações de nitrogênio são esperadas em plantas com predominância de maior teor de clorofila total, o que explica o fato de todos os ambientes terem sido significativos, uma vez que o mesmo substrato foi utilizado para o cultivo em ambos os ambientes.

Segundo Ferreira W. *et al.* (2012), ambientes sombreados apresentam comumente maior proporção de clorofila "b". Com o aumento da clorofila "b", a amplitude de absorbância em diferentes comprimentos de onda também aumenta, podendo haver transferência de energia química para a clorofila "a".

Segundo Baker & Rosenqvist (2004), a fluorescência é um parâmetro utilizado para observação do processo fotossintético, e plantas expostas a alterações ambientais geram mudanças nas membranas dos tilacoides, modificando os padrões de fluorescência. Os ambientes de cultivo com sombrites® 50% e 70% apresentaram dados superiores para razão fluorescência máxima e basal (Fm/Fo), razão fluorescência variável e basal (Fv/Fo) e razão de fluorescência variável e fluorescência inicial (Fv/Fo) (Tab. 9). O aumento de Fo refere-se ao mau funcionamento do centro de reação do fotossistema II do aparelho fotossintético, dificultando a transferência de energia, enquanto Fm está relacionada ao potencial máximo de emissão de fluorescência e Fv é a fluorescência variável, descrita pela relação de Fm – Fo (Costa *et al.* 2021).

**Tabela 8.** Razão da fluorescência máxima e inicial (Fm/Fo), razão da fluorescência variável e inicial (Fv/Fo) e razão da fluorescência variável e fluorescência máxima (Fv/Fm) em sombrite® 50%, sombrite 70%® e pleno sol na estação da seca. Ceres – GO, 2021

Ambiente de cultivo	Fm/Fo	Fv/Fo	Fv/Fm
Sombrite® 50%	2,455 a	1,209 a	0,575 a
Sombrite® 70%	2,570 a	1,526 a	0,598 a
Pleno sol	1,426 b	0,329 b	0,275 b
CV (%)	25,60	46,68	30,01
Média	2,186	1,189	0,483

**Fonte:** Autores (2022).

**Nota:** \* Letras minúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A fluorescência emitida foi menor no ambiente de pleno sol, o que provavelmente explica o maior acúmulo de biomassa nas plantas cultivadas neste ambiente, uma vez que a menor emissão de fluorescência evidencia maior aproveitamento da luz disponível para a formação de ATP e NADPH na fase fotoquímica da fotossíntese, que são importantes na fase bioquímica para a respectiva produção de matéria orgânica (Tab. 9). Silva L. *et al.* (2021), em seu trabalho sobre alterações morfofisiológicas em mudas de *Acca sellowiana* (Myrtaceae: Myrtoideae), sob gradiente de sombra, relataram que a escassez de luz num ambiente com 80% de sombreamento interfere nos aceptores finais da cadeia transportadora de elétrons.

A maior disponibilidade de luminosidade e água pode ter afetado os teores relativos de clorofila e o acúmulo de massa fresca e seca dos órgãos vegetais, sendo que, durante um estresse abiótico, provavelmente ocasionado pela maior variação da temperatura e umidade, pode ocorrer aumento dos níveis de açúcar nos vacúolos, havendo carreamento de sacarose para o floema, indicando, assim, distribuição para os referidos órgãos (Salvi *et al.* 2022). Resultados semelhantes foram obtidos por Bartieres *et al.* (2015), em seu trabalho com mudas de *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg sob sombreamento, em que plântulas submetidas a 0% de sombreamento, com irrigação intermitente, apresentaram aumento expressivo na fluorescência inicial (Fo). Bartieres *et al.* (2015) retratam ainda que o estresse abiótico estimula o metabolismo da planta, gerando melhores respostas em relação aos danos causados pela seca, variações de temperatura e diferentes níveis de luminosidade.

### 3.4 Conclusões

As condições de cultivo influenciaram o crescimento de *Mentha x piperita*. Na estação da seca, mesmo com a reposição de 100% da evapotranspiração, as plantas não apresentaram o mesmo comportamento das plantas cultivadas na estação das chuvas.

Na estação da seca, a influência nas variáveis prevaleceu com os ambientes de cultivo a pleno sol, proporcionando maior acúmulo de biomassa. Na estação das chuvas, a reposição hídrica prevaleceu, tendo o maior acúmulo de biomassa sido encontrado na reposição de 100% da evapotranspiração.

Na estação da seca, as variáveis de crescimento foram influenciadas predominantemente pela interação do ambiente com as reposições hídricas, enquanto na estação das chuvas, pela interação do ambiente com a idade das avaliações

## 2.5 Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, por disponibilizar os ambientes e pelo incentivo financeiro. Aos colaboradores que contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

## 3.6 Referências

Alhaithloul, H. A., Soliman, M. H., Ameta, K. L., El-Esawi, M. A., Elkelish, A. 2019. Changes in ecophysiology, osmolytes, and secondary metabolites of the medicinal plants of *Mentha piperita* and *Catharanthus roseus* subjected to drought and heat ztress. *Biomolecules* 10(1):43. doi: 10.3390/biom10010043. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2218-273X/10/1/43/htm>. Acessado em 15.05.2022.

Araújo, L. L. N., Melo, H. C. de, Gabriel Castiglioni, G. L., Gonçalves, L. A. 2019. Intensidade de radiação influenciando características morfofisiológicas em folhas de *Tetradenia riparia* (Hochst.)Codd. *Iheringia, Série Botânica* 74(4):e2019001–e2019001. doi: 10.21826/2446-82312019v74e2019001. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/336>. Acessado em 14.05.2022.

Ávila, M. S. N.; Barbosa, J. M. Análise de crescimento de pimenta-biquinho. *Brazilian Journal of Development*, 2019. Disponível em [https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/5583?\\_\\_cf\\_chl\\_tk=0vm1PIbvPAqRFxDXLTezaSpWL6JhViwqMdy93zCZMEc-1668449183-0-gaNycGzNCVE](https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/5583?__cf_chl_tk=0vm1PIbvPAqRFxDXLTezaSpWL6JhViwqMdy93zCZMEc-1668449183-0-gaNycGzNCVE). Acessado em 14.11.2022

Baker, N. R. & Rosenqvist, E. 2004. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany* 55(403):1607-1621. doi: 10.1093/jxb/erh196. Disponível em: <https://academic.oup.com/jxb/article/55/403/1607/531424> Acessado em 16.05.2022.

Bartieres, E. M. M., Dresch, D. M., Reis, L. C. , Pereira, Z. V., Mussury, R. M., Scalon, S. P. Q. 2023. Shading minimizes the effects of water deficit on *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg seedlings. *Brazilian Journal of Biology* 83(2015):1-10. doi: 10.1590/1519-6984.244718. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/3ddNYvqqKgpQKMGwXpRddQd/> Acessado em 02.03.2022.

Benedetto, A. Di, Galmarini, C. & Tognetti, J. 2018. New insight into how thigmomorphogenesis affects *Epipremnum aureum* plant development. *Horticultura Brasileira* 36(3):330-340. doi: 10.1590/s0102-053620180308. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/385ZWJsLmXWQVjdFKXpRjqr/abstract/?lang=pt> Acessado em 04.05.2022.

Campelo, D. de H., Claudivan Feitosa de Lacerda, C. F. de, Sousa, J. A. de, Bezerra, A. M. E., Araújo, J. D. M., Neves, A. L. R., Sousa, C. H. C. 2020. Características morfofisiológicas foliares e estado nutricional de seis espécies lenhosas em função da disponibilidade de água no solo. *Ciência Florestal* 28(3):924-936. doi: 10.5902/1980509832581. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/32581> Acessado em 04.03.2022.

Cappellari, L. del R., Santoro, M. V., Schmidt, A., Jonathan Gershenzon, and Erika Banchio. 2020. Improving phenolic total content and monoterpene in *Mentha x piperita* by using salicylic acid or methyl jasmonate combined with rhizobacteria inoculation. *International Journal of Molecular Sciences* 21(1):50. doi: 10.3390/ijms21010050. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/21/1/50> Acessado 04.05.2022.

Cardoso, M. R. D., Marcuzzo, F. F. N. & Barros, J. R.. 2014. Climatic classification of Köppen-Geiger for the state of Goiás and Federal District. *Acta Geográfica* 8(16):40-55. doi: 10.5654/actageo2014.0004.0016. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/index.php/actageo/article/view/1384> Acessado em 06.07.2022.

Carvalho, J. S. B., Nunes, M. F. P. N., Campos, G. P. A., Goes, M. da C. C.. 2015. Influência de diferentes tipos de estacas e substratos na propagação vegetativa de *Hyptis pectinata*. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 14(1):89-91. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5643> Acessado em 15.01.2022.

Cintra, P. H. N., Melo, O. F. P. Menezes, J. O. S., Padilha, R. C., Rezende, A. G., Matos, E. dos R. 2020. Análise de fluorescência da clorofila a em mudas de cafeeiro sob estresse hídrico. *Brazilian Journal of Development [S.l.]*,6(5):27006-28014. doi: 10.34117/bjdv6n5-301. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/10116>. Acessado em 08.05.2022.

Costa, É. L.G., Farnese, F. dos S., Oliveira, T. C. de, Rosa, M., Rodrigues, A. A., Resende, E. C., Januario, A. H., Silva, F. G. 2021. Combinations of Blue and red LEDs increase the morphophysiological performance and furanocoumarin production of *Brosimum gaudichaudii* Trécul in vitro. *Frontiers in Plant Science* 12(July). doi: 10.3389/fpls.2021.680545.. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.680545> Acessado em 09.05.2022.

De Santo, A. V, & Alfani, A. 1980. Adaptability of *Mentha piperita* L. to irradiance. Growth, specific leaf area and levels of chlorophyll, protein and mineral nutrients as affected by shading. *Biologia Plantarum* 22(2):117-123. 7p. <https://doi.org/10.1007/BF02878249> Disponível em: <https://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://bp.ueb.cas.cz/pdfs/bpl/1980/02/08.pdf> Acesso em: 30.07.2022.

Duarte, T. da S.& Peil, R. M. N 2010. Relações fonte: dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. *Horticultura Brasileira* 28(3):271-276. doi: 10.1590/s0102-05362010000300005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/DXVLg5BLktHchGtCLRsnKYf/?lang=pt> Acessado em 28.04.2022.

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

Ferreira, L. V., Taniguchi, M., Barreto, C. F., Silva, T. B., Antunes, L. E. C., Dutra, L. F. 2020. Indução de brotos in vitro em maracujazeiro doce brs mel do cerrado. *Brazilian Journal of Development, Curitiba*, 6(3):9644-9652. doi: 10.34117/bjdv6n3-006. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/7272/6321> Acessado em 09.04.2022.

Ferreira, W. N., Zandavalli, R. B., Bezerra, A. M; E., Medeiros Filho, S. 2012. Crescimento

inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan Var. Cebil (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. *Acta Botanica Brasilica* 26(2):408-414. doi: 10.1590/s0102-33062012000200016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/wbkJz5xvjTGBG93kxPMkRTP/?lang=pt> Acessado em 07.04.2022.

Gasparin, P. P., Alves, N. C. C., Christ, D., Coelho, S. R. M. 2014. Qualidade de folhas e rendimento de óleo essencial em hortelã pimenta (*Mentha x piperita* L.) submetida ao processo de secagem em secador de ILeito fixo. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 16(2 suppl 1):337-344. doi: 10.1590/1983-084X/12\_003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/XfXShs34VjMBqdLrMqW33dM/?lang=pt> Acessado em 03.02.2022.

Gelderen, K, van, Kang, C., Paalman, R., Keuskamp, D., Scott Hayes, S., Pierik, R. 2018. Far-red light detection in the shoot regulates lateral root Development through the HY5 transcription factor. *Plant Cell* 30(1):101-116. doi: 10.1105/tpc.17.00771. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29321188/> Acessado em 07.07.2022.

Haeffner, R., Heck, R. M., Ceolin, T., Jardim, V. M. da R., Barbieri, R. L. 2012. Plantas medicinais utilizadas para o alívio da dor pelos agricultores ecológicos do sul do Brasil. *Revista Eletrônica de Enfermagem* 14(3):596-602. doi: 10.5216/ree.v14i3.14910. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fen/article/view/14910> Acessado em 04.06.2022.

Hancioglu, N. E., Kurunc, A., Tontul, I., Topuz, A. 2020. Growth, water use, yield and quality parameters in oregano affected by reduced irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101(3):952-959. doi: 10.1002/jsfa.10703. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.10703> Acessado em 18.05.2022.

Jahani, F., Tohidi-Moghadam, H. R., Larijani, H. R., Ghooshchi, F., Oveysi, M. 2021. Influence of zinc and salicylic acid foliar application on total chlorophyll, phenolic components, yield and essential oil composition of peppermint (*Mentha piperita* L.) under drought stress condition. *Arabian Journal of Geosciences* 14(8):691. doi: 10.1007/s12517-021-07024-3. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12517-021-07024-3> Acessado em 16.05.2022.

KRAMER, P.J. Drought, stress, and the origin of adaptations. In *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. (N.C. Turner, J.P. Kramer, eds.). Wiley, New York, 1980.

Lima-Brito, A., Albuquerque, M. M. S., Resende, S. V., Carneiro, C. E., Santana, J. R. F. 2016. In vitro haderning in different enviroment and acclimatization of microplants of *Comanthera mucugensis* Giul. Subsp. *mucugensis*. *Revista ciência Agronômica, Fortaleza*, 47(1):152-161. doi: 10.5935/1806-6690.20160018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/283741718\\_In\\_vitro\\_haderning\\_in\\_different\\_enviroment\\_and\\_acclimatization\\_of\\_microplants\\_of\\_Comanthera\\_mucugensis\\_Giul\\_subsp\\_mucugensis](https://www.researchgate.net/publication/283741718_In_vitro_haderning_in_different_enviroment_and_acclimatization_of_microplants_of_Comanthera_mucugensis_Giul_subsp_mucugensis) Acessado em 24.05.2022.

Nery, F. C., Prudente, D. de O., Alvarenga, A. A. de, Paiva, R., Nery, M. C. 2016. Desenvolvimento de mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliensis* Cambess.) sob diferentes condições de sombreamento. *Revista Brasileira de Biociências* 14(3):187-192. Disponível em:



[https://www.researchgate.net/publication/325131629\\_Desenvolvimento\\_de\\_mudas\\_de\\_guanandi\\_sob\\_diferentes\\_condicoes\\_de\\_sombreamento](https://www.researchgate.net/publication/325131629_Desenvolvimento_de_mudas_de_guanandi_sob_diferentes_condicoes_de_sombreamento) Acessado em 05.04.2022.

Oliveira, R. de S. V., Salomão, L. C., Morgado, H. S., Sousa, C. M., Oliveira, H. F. E. de. 2020. Growth and production of basil under different luminosity and water replacement levels. *Horticultura Brasileira* 38(3):324-328. doi: 10.1590/s0102-053620200314. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/vk3dwvkZpTz4tqqwvrrg7xF/?lang=en> Acessado em 10.12.2021.

Pegoraro, R. L., Falkenberg, M. de B., Voltolini, C. H., Santos, M., and Maria Terezinha S. Paulilo. 2010. Produção de óleos essenciais em plantas de *Mentha x piperita* L. Var. *piperita* (Lamiaceae), submetidas a diferentes níveis de luz e nutrição do substrato. *Revista Brasileira de Botânica* 33(4):631-637. doi: 10.1590/S0100-84042010000400011.. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/hWJrx7htc78kRMTjsFKXpGd/abstract/?lang=pt> Acessado em 04.06.2022.

Rahimi, Y., Taleei, A. & Ranjbar, M. 2018. Long-term water deficit modulates antioxidant capacity of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Scientia Horticulturae* 237(January):36-43. doi: 10.1016/j.scienta.2018.04.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818302462> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818302462> Acessado em 20.06.2022.

Roman, H., Girault, T., Barbier, F., Péron, T., Brouard, N., Pencík, A., Novák, O., Vian, A., Sakr, S., Lothier, J., Le Gourrierc, J., Leduc, N.. 2016. Cytokinins are initial targets of light in the control of bud outgrowth. *Plant Physiology* 172(1):489-509. doi: 10.1104/pp.16.00530. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5074613/> Acessado em 26.05.2022.

Salvi, P., Agarrwal, R., Gandass, N., Manna, M., Kaur, H., Deshmukh, R. 2022. Sugar transporters and their molecular tradeoffs during abiotic stress responses in plants. *Physiologia Plantarum* 174(2) e13652. doi: 10.1111/ppl.13652. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ppl.13652> Acessado em 18.05.2022,

Schieving, F.& Poorter, H.. 1999. Carbon gain in a multispecies canopy: the role of specific leaf area and photosynthetic nitrogen-use efficiency in the tragedy of the commons. *New Phytologist* 143(1):201-211. doi: 10.1046/j.1469-8137.1999.00431.x. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1469-8137.1999.00431.x> Acessado em 04.04.2022.

Silva, L. R., Moura, A. P. C., Gil, B. V, Rohr, A., Almeida, S. M. Z., Donazzolo, J., Perboni, A. T, Oliveira, F. L. R., Sant'Anna-Santos, B. F., Galon, L., Danner, M. A.. 2021. Morphophysiological changes of *Acca sellowiana* (Myrtaceae: Myrtoideae) saplings under shade gradient. *Brazilian Journal of Biology* 84\*2024. doi: 10.1590/1519-6984.252364. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/bjz9fd4fSpcBPCbswZcJyZj/?lang=en> Acessado em 18.04.2022.

Soria, N., Ramos, P., Viveros, G., Estigarribia, G., Ríos, P., Ortíz, A. 2020. Etnobotánica y uso de plantas medicinales en unidades familiares de salud de Caaguazú, Paraguay. *Caldasia*, [S.l.], 42(2):263-277. doi: 10.15446/caldasia.v42n2.76907. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/76907> Acessado em 20.11.2022.

Stefanakis, M. K., Papaioannou, C., Lianopoulou, V., Philotheou-Panou, E., Giannakoula, A. E., Lazari, D. M. 2022. Seasonal Variation of Aromatic Plants under Cultivation Conditions. *Plants* 11(16):2083. doi: 10.3390/plants11162083 Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/16/2083> Acessado em 04.04.2022.

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., Murphy, A. 2017. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6th ed. Porto Alegre: Artmed. 888p.

Tiecher, T. 2016. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando à conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS. 186p.

Vandenbussche, F., Smalle, J., Le, J., Saibo, N. J. M., Paepe, A. de, Chaerle, L., Tietz, O., Smets, R., Laarhoven, L. J. J., Harren, F. J. M., Onckelen, H. van, Palme, K., Verbelen, J.-P., Straeten D. van der,. 2003. The arabidopsis mutant Alh1 illustrates a cross talk between ethylene and auxin. *Plant Physiology* 131(3):1228-1238. doi: 10.1104/pp.010850. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12644673/> Acessado em 20.07.2022.

ZULFIQAR, F.; YOUNIS, A.; RIAZ, A.; MANSOOR, F.; HAMEED, M.; AKRAM, N. A.; ABIDEEN, Z. MORPHO ANATOMICAL ADAPTATIONS OF TWO TAGETES ERECTA L. CULTIVARS WITH CONTRASTING RESPONSE TO DROUGHT STRESS. *Pakistan Journal of Botany*, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Faisal-Zulfiqar/publication/339859248\\_Morphoanatomical\\_adaptations\\_of\\_two\\_Tagetes\\_erecta\\_L\\_cultivars\\_with\\_contrasting\\_response\\_to\\_drought\\_stress/links/5e6997a5458515c5de627bef/Morpho-anatomical-adaptations-of-two-Tagetes-erecta-L-cultivars-with-contrasting-response-to-drought-stress.pdf?\\_sg%5B0%5D=started\\_experiment\\_milestone&origin=journalDetail](https://www.researchgate.net/profile/Faisal-Zulfiqar/publication/339859248_Morphoanatomical_adaptations_of_two_Tagetes_erecta_L_cultivars_with_contrasting_response_to_drought_stress/links/5e6997a5458515c5de627bef/Morpho-anatomical-adaptations-of-two-Tagetes-erecta-L-cultivars-with-contrasting-response-to-drought-stress.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail) Acessado em 14.11.2022.