

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 MANJERICÃO EM DIFERENTES
LUMINOSIDADES E REPOSIÇÕES HÍDRICAS

Autora: Rívia de Souza Vaz Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão
Coorientador: Prof. Dr. Hélber Souto Morgado

CERES - GO
Janeiro - 2019

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 MANJERICÃO EM DIFERENTES
LUMINOSIDADES E REPOSIÇÕES HÍDRICAS

Autora: Rívia de Souza Vaz Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão
Coorientador: Prof. Dr. Hélber Souto Morgado

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

Ceres - GO
Janeiro - 2019

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 MANJERICÃO EM DIFERENTES
LUMINOSIDADES E REPOSIÇÕES HÍDRICAS

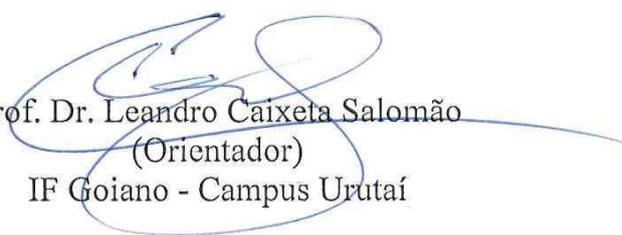
Autora: Rívia de Souza Vaz Oliveira
Orientador: Dr. Leandro Caixeta Salomão
Coorientador: Dr. Hélber Souto Morgado

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração
Irrigação

APROVADA em 31 de Janeiro de 2019.


Dr^a. Janaína Borges de Azevedo
França
(Avaliador externo)
Universidade Estadual de Goiás


Dr. Cleiton Mateus Sousa
(Avaliador interno)
IF Goiano - Campus Ceres


Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão
(Orientador)
IF Goiano - Campus Urutaí

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

00L48c Oliveira, Rívia de Souza Vaz
Crescimento de manjeição em diferentes
luminosidades e reposições hídricas / Rívia de Souza
Vaz Oliveira; orientador Leandro Caixeta Salomão; co-
orientador Hélber Souto Morgado. -- Ceres, 2019.
28 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação
em Irrigação no Cerrado - PPGIC - Mestrado
Profissional) -- Instituto Federal Goiano, Campus
Ceres, 2019.

1. Ocimum basilicum L.. 2. sombreamento. 3.
déficit hídrico. I. Salomão, Leandro Caixeta, orient.
II. Morgado, Hélber Souto, co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

A toda minha família e amigos que de uma forma ou de outra me ajudaram.

OFEREÇO

Aos meus pais, Sebastião e Maria do Carmo, que sempre me incentivaram.

À minha filha Sofia que, com amor e paciência, me apoiou.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado o dom da vida com saúde e sabedoria para conseguir lidar com todas as dificuldades e oportunidades de crescimento pessoal e profissional, com muita paciência e tranquilidade.

Aos meus familiares, principalmente aos meus pais que, sempre com dedicação e carinho, me mostraram o melhor caminho a seguir, e nunca desistir, por mais que seja difícil prosseguir.

À minha amada filha que soube lidar com a minha ausência em alguns momentos, para que eu pudesse dedicar aos estudos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano-Campus Ceres, aos servidores e professores, que colaboram para o desenvolvimento do meu estudo e pesquisa.

Em especial aos professores e orientadores, Dr. Leandro Caixeta Salomão, Dr. Hélber Souto Morgado, Dr. Cleiton Mateus de Sousa e Dr. Henrique Fonseca E. de Oliveira, que não mediram esforços, tempo e paciência para colaborar e orientar da melhor forma possível.

Aos membros da banca pela colaboração e engrandecimento deste trabalho.

Aos amigos Ivo e Carlos Alberto pela grande colaboração desde o início da montagem e realização do experimento em campo.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Rívia de Souza Vaz Oliveira, nascida no dia 23 de fevereiro de 1982, natural de Minaçu – GO. No ano de 2002, iniciou o Curso de Ciências – Habilitação em Biologia pela Universidade Estadual de Goiás – Campus de Porangatu – GO, finalizando no ano letivo de 2005. Em novembro de 2005, deu início ao curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Metodologia de Ensino e Pesquisa na Educação Ambiental e Sanitária, pelo centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, encerrando em setembro de 2006. Desde 2011, atua como professora de Biologia. Em 2016/2, iniciou o Mestrado Profissional no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres, Área de concentração em Irrigação, concluindo em janeiro de 2019.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	133
1.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. Geral	17
2.2. Específicos	17
3. CAPÍTULO I - CRESCIMENTO DE MANJERICÃO EM DIFERENTES LUMINOSIDADES E REPOSIÇÕES HÍDRICAS	18
RESUMO	18
ABSTRACT	19
3.1. INTRODUÇÃO	20
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
3.4. CONCLUSÕES	24
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

ÍNDICE DE TABELAS

Página

CAPÍTULO I

Tabela 1. Médias dos resultados encontrados para as variáveis destrutivas avaliadas aos 75 dias após o transplante de mudas de manjeriço. Massa fresca de folha (MFF); Massa seca de folha (MSF); Massa seca de raiz (MSR); Volume de raiz (VR); Comprimento de raiz (CR). Ceres/GO, 2018	27
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I

- Figura 1. Massas fresca e secas de folha e raiz do manjeriçao cultivadas com quatro níveis de reposições hídricas, Ceres/GO, 2018..... 27
- Figura 2. Comprimento da maior raiz do manjeriçao cultivadas com três níveis de luminosidade e quatro níveis de reposição hídrica, Ceres/GO, 2018.....28
- Figura 3. Volume sistema radicular por planta de manjeriçao cultivadas com quatro reposição hídrica, Ceres/GO, 2018..... 28

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade de Medida
Al	Alumínio	cmolc dm ⁻³
Ca	Cálcio	cmolc dm ⁻³
°C	Grau Celsius	
cm	Centímetro	
cm ⁻³	Centímetro cúbico	
CR	Comprimento de raiz	Cm
CV	Capacidade de vaso	
DAT	Dias após transplante	
DIC	Delineamento inteiramente casualizado	
ETc	Evapotranspiração da cultura	
ETo	Evapotranspiração de referência	
g	Gramas	
H	Hidrogênio	
h ⁻¹	Hora	
K ⁺	Potássio	cmolc dm ⁻³
Kc	Coefficiente de cultura	
Kgf	Quilograma/força	
L	Litro	
m	Metro	
MFF	Massa fresca de folha	G
MFR	Massa fresca de raiz	G
mg	Miligrama	
Mg	Magnésio	cmolc dm ⁻³
mm	Milímetro	
MSF	Massa seca de folha	G
MSR	Massa seca de raiz	G
pH	Potencial de hidrogênio	
P	Fósforo	mg dm ⁻³
TED	Tanque evaporimétrico desenvolvido	
V	Volume	
VR	Volume de raiz	cm ⁻³
%	Porcentagem	

RESUMO

OLIVEIRA, RÍVIA DE SOUZA VAZ. Instituto Federal Goiano - Campus Ceres - GO, janeiro de 2019. **Crescimento de manjeriço em diferentes luminosidades e reposições hídricas.** Orientador: Dr. Leandro Caixeta Salomão. Coorientador: Dr. Hélber Souto Morgado.

O manjeriço é uma espécie muito plantada e utilizada como condimentar e medicinal. O crescimento da planta é influenciado por fatores ambientais, principalmente pela umidade e temperatura. Nesse sentido, a avaliação da luminosidade e da necessidade de reposições hídricas é importante para o desenvolvimento de manjeriço. Assim, objetivou-se esse trabalho avaliar o crescimento de manjeriço em diferentes luminosidades e reposições hídricas. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, entre maio a julho de 2018, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com três ambientes (pleno sol, sombreamentos de 50% e 70% da radiação solar), quatro reposições hídricas referente a evapotranspiração da cultura (25%, 50%, 75% e 100%) e seis repetições. As mudas foram produzidas em bandeja com 128 células, usando a cultivar Roxo Dark Opal. Aos 31 dias após a semeadura as plântulas foram transferidas para vasos plásticos com capacidade de 12L, permanecendo por todo o período experimental. As reposições hídricas iniciaram-se aos nove dias após o transplante, utilizando irrigação localizada. A cada 15 dias, avaliou-se a altura (cm), o diâmetro do caule (cm), o número de folhas e de ramos. A avaliação de volume do sistema radicular, do comprimento da maior raiz, das massas fresca e seca do sistema radicular, das folhas e dos ramos foi realizada aos 75 dias do transplante. Os resultados demonstraram que o sombreamento de 50% e reposição hídrica de 100% proporcionaram maior altura de plantas, de diâmetro de caule, de crescimento de ramos, de massas fresca e seca de folhas e maior número de folhas. O ambiente ao pleno sol e o aumento da reposição hídrica favoreceram o aumento da massa seca de raiz e o volume radicular.

PALAVRAS-CHAVE: *Ocimum basilicum* L., sombreamento, déficit hídrico.

ABSTRACT

OLIVEIRA, RÍVIA DE SOUZA VAZ. Goiano Federal Institute - Campus Ceres - GO, January 2019. Basil growth in different luminosity and water replacements. Tutor: Dr. Leandro Caixeta Salomão. Second tutor: Dr. Hélber Souto Morgado.

Basil is widely planted species used as a spice and medicine purpose. Its growth is influenced by environmental factors, mainly humidity and temperature. In light of this, the luminosity and water need replacement appraisal is important for the basil development. Thus, this search is aimed to evaluate the growth of basil in different luminosities and water replacements. The test took place in Goiano Federal Institute-Campus Ceres, from May to July 2018, and the experimental lineation completely randomized was used. It was subdivided in scheme plots, with three environments (full sun, shading with 50% and 70% solar radiation) four water replacements related to evapotranspiration plantation (25%, 50%, 75% and 100%) and six repetitions. The seedlings were produced in a tray with 128 cell, using the Roxo Dark Opal type. After 31 days sowing, the seedlings were transferred to a 12l-capacity plastic pot, remaining throughout the experimental period. After nine days transfer, a localized irrigation water replacement began. Height (cm), stalk diameter (cm), number of leaves and branches were evaluated every 15 days. Root system volume, the biggest length root, fresh and dry mass of root system, leaves and branches were evaluated at 75 days after transplantation. The results showed that 50% shading and 100% water replacement got higher, plant height, stalk diameter, branch growth, fresh and dry leaf mass and larger number of leaves. The environment in full sun and the increase of water replacement helped root dry mass and root volume gain.

Keywords: *Ocimum basilicum* L., shading, water deficit.

1. INTRODUÇÃO

O manjeriço é uma espécie herbácea ou arbustiva, do gênero *Ocimum*, originário da Ásia Tropical e foi introduzido no Brasil pela colônia italiana. Em quase todo o território brasileiro, essa planta é cultivada para a comercialização como condimentar e medicinal, principalmente por pequenos produtores rurais (ALMEIDA, 2013; MARQUES et al., 2015).

A nomenclatura botânica correta para as espécies e variedades do gênero *Ocimum*, da família *Lamiaceae*, da qual o manjeriço comercial está incluído, é de grande interesse para a ciência, uma vez que mais de 60 espécies e formas têm sido relatadas, sendo questionável a verdadeira identidade botânica do manjeriço, citado em algumas literaturas. A dificuldade em classificar mais de 60 variedades de *Ocimum basilicum* L. provavelmente se deve à ocorrência de polinização cruzada. Esse processo facilita as hibridações, resultando em grande número de subespécies, variedades e formas (BLANK et al., 2004).

As folhas de manjeriço são o produto final para o consumo *in natura*, por isso, devem ser bem atrativas para a comercialização, além de terem bom rendimento de biomassa (ABREU et al., 2013).

Quanto ao clima, a cultura do manjeriço se adapta a condições subtropicais ou temperadas, quente e úmido, podendo ser cultivado o ano todo. A planta tolera baixas temperaturas, porém seu desenvolvimento nessas condições é mais lento (FAVORITO et al., 2011).

A água é o recurso importante para o desenvolvimento das plantas. Desse modo, a otimização de seu uso e a melhor eficiência da sua aplicação, em conjunto com a obtenção da melhor intensidade e qualidade da radiação solar específica para cada cultura, possibilitam ganhos de produtividade, sem comprometer a qualidade e a disponibilidade

desse recurso natural. O manejo adequado da água pode conduzir a excelentes resultados na produção de alimentos, porém seu mau uso provoca degeneração do meio físico natural (PAZ et al., 2000).

De acordo com Marques et al. (2015), a reposição hídrica em uma cultura é de fundamental importância para o sucesso da agricultura irrigada e depende de inúmeras variáveis, devendo ser analisadas antes da implantação de um projeto de irrigação. Desse modo, torna-se necessário o uso de coeficientes adequados, especificamente os coeficientes de cultura (K_c), determinados em função da evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) e da evapotranspiração de referência (E_{To}), cujas estimativas permitem avaliar as quantidades de água a serem dotadas aos cultivos.

A época e local de cultivo, a duração do ciclo fenológico e a espécie cultivada determinam as necessidades hídricas de uma cultura e sua determinação é importante para a correta reposição da quantidade de água (MARTINS, 2017).

Paz et al. (2000) dizem que a adoção de tecnologias modernas que permitem melhoria da eficiência, redução de perdas, garantia de produção e ganho de produtividade com a irrigação, fertilizantes, defensivos e biotecnologia não tem sido suficiente para minimizar a questão alimentar no mundo. Enquanto novas áreas de produção são incorporadas, milhares de hectares de terra são abandonados ou se tornam improdutivos pelo uso inadequado e predatório dos recursos naturais. Muitas estratégias de otimização do uso da água e busca de melhor rentabilidade da agricultura devem integrar as tecnologias de irrigação com sistemas de alta eficiência e, principalmente, reduzir custo para o produtor. Para esses autores, além de modernas práticas de irrigação, a eliminação da água em excesso da zona radicular da cultura e a lixiviação de sais, que se acumulam por concentrações sucessivas, são temas que preocupam os pesquisadores pela magnitude dos efeitos sobre a rentabilidade das culturas e deterioração da qualidade dos solos.

A luz é um fator fundamental para que haja o processo fotossintético, pois só através da luz é que pode ocorrer a conversão da energia luminosa para a química (VIEIRA et al., 2010).

Para Martins et al. (2009), a intensidade e a qualidade espectral da radiação desempenham papel fundamental no desenvolvimento morfológico das plantas, pois melhora a eficiência o aparato fotossintético na captação e na utilização da energia radiante.

1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. B.; SANTOS, A. R.; SOUZA, G. S.; OLIVEIRA, U. C.; SILVA, J. S. Qualidade de luz no crescimento inicial de plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em ambiente controlado. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n.16, p. 1855-1862, 2013.

ALMEIDA, D. F. **Manual de culturas hortícolas**. Lisboa: Editorial Presença, Vol. I, 2ª edição, 2013. 346 p.

BLANK, A. F.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SANTOS NETO, A. L.; ALVES, P. B.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; SILVA-MANN, R.; MENDONÇA, M. C. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 113-116, jan./mar., 2004.

FAVORITO, P. A.; ECHER, M. M.; OFFEMANN, L. C.; SCHLINDWEIN, M. D.; COLOMBARE, L. F.; SCHNEIDER, R. P.; HACHMANN, T. L. Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, p. 582-586, 2011.

MARQUES, P. A. A.; JOSÉ, J. V.; ROCHA, H. S.; FRAGA JR, E. F.; SOARES, D. A.; DUARTE, S. N. Consumo hídrico do manjeriço por meio de lisímetro de drenagem. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 745-761, out./dez., 2015

MARTINS, Izabela P. **Crescimento e consumo de água por manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) sob diferentes regimes hídricos**. 2016. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal, 2017.

MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; SILVA, A. P. O.; OLIVEIRA, C.; ALVES, E. Anatomia foliar de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n.1, p. 82-87, jan./fev., 2009.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiente**, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SANTOS SILVA, J. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luís: EDUFMA, 2010. 182 p.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

- Avaliar o crescimento de manjeriço em diferentes luminosidades e reposições hídricas.

2.2 Específicos

- Avaliar altura da planta.
- Mensurar diâmetro do caule.
- Quantificar números das folhas e ramos.
- Avaliar volume do sistema radicular.
- Medir comprimento da maior raiz.
- Avaliar massa fresca e seca do sistema radicular e das folhas e ramos.

3. CAPÍTULO I

(Normas da Revista Horticultura Brasileira)

Crescimento de manjeriço em diferentes luminosidades e reposições hídricas

RESUMO

O manjeriço é utilizado como condimentar e medicinal. O crescimento dessa espécie é influenciado por fatores ambientais, principalmente pela umidade e temperatura. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento das plantas em diferentes luminosidades e reposições hídricas. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com três luminosidades nas parcelas e quatro reposições hídricas nas subparcelas. As variáveis analisadas foram: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e ramos, volume do sistema radicular, comprimento da maior raiz, massas fresca e seca do sistema radicular e das folhas. Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias da luminosidade comparadas pelo teste Tukey a 5% e, para os regimes hídricos, regressão linear. Os resultados demonstraram que o sombreamento de 50% e reposição hídrica de 100% proporcionaram maior altura de plantas, de diâmetro de caule, de crescimento de ramos, de massas fresca e seca de folhas e maior número de folhas. O ambiente ao pleno sol e o aumento da reposição hídrica favoreceram o aumento da massa seca de raiz e o volume radicular.

Palavras chaves: *Ocimum basilicum* L., sombreamento, déficit hídrico.

Basil growth in different luminosity and water replacements.

ABSTRACT

Basil plant is used as a spice and medicinal purpose. This basil specie growth is influenced by environmental factors, mainly humidity and temperature. Thus, the goal of this research was to evaluate the plants growth such as different luminosities and water replacements. The experimental lineation was completely randomized, It was subdivided in scheme plots. Thus the plots were formed by three luminosities in the plots and four water replacements in the subplots. It was analyzed variables such as: plant height, stalk diameter, leaves and branches number, root system volume, the largest root length, fresh and dry mass of the root system and leaves. Under this process, data were submitted to variance analysis, brightness averages compared by Tukey test at 5%, also for water regimes, linear regression. The results of 50% shading and 100% water replacement are higher plants height, stalk diameter, branch growth, fresh and dry leaves mass and larger number of leaves growth. On the other hand, the environment in full sun and the water increase replacement helped the gain of root dry mass and root volume.

Keywords: *Ocimum basilicum* L., shading, water deficit.

3.1 INTRODUÇÃO

O manjeriço é um subarbusto nativo da Ásia tropical e foi introduzido no Brasil pela colônia italiana. Em quase todo o território brasileiro, essa planta é muito cultivada, sobretudo, por pequenos produtores rurais, para a comercialização como condimentar e medicinal (Marques *et al.*, 2015).

A nomenclatura botânica correta para as espécies do gênero *Ocimum* da família *Lamiaceae*, da qual o manjeriço está incluído, é de grande interesse para ciência, uma vez que mais de 60 espécies e formas têm sido relatadas, sendo questionável a verdadeira identidade botânica do manjeriço citada em algumas literaturas. A dificuldade em classificar mais de 60 variedades de *Ocimum basilicum* L. provavelmente se deve à ocorrência de polinização cruzada, o que facilita hibridações, resultando em grande número de subespécies, variedades e formas (Blank *et al.*, 2004).

O crescimento das plantas pode refletir a habilidade de adaptação das espécies às condições de radiação do ambiente em que elas se desenvolvem (Almeida *et al.*, 2005). Os responsáveis por identificar e receber os sinais luminosos são os fitocromos, que os transformam em respostas internas. Esses pigmentos são capazes de reconhecer diferentes informações relacionadas à luz, incluindo intensidade, comprimento de onda e duração. (Han *et al.*, 2007).

Segundo Taiz *et al.* (2017), a luz influencia no metabolismo e no desenvolvimento das plantas. Além da fotossíntese, a radiação interfere na germinação, expansão dos cotilédones, formação das folhas, crescimento do caule, das raízes, floração, entre outras

respostas morfológicas, pois são processos complexos em função da interação de vários fotorreceptores.

O déficit hídrico afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas, provocando mudanças em sua anatomia, fisiologia, morfologia e bioquímica (Santos *et al.*, 1998). A menor disponibilidade hídrica pode levar a redução da expansão celular, da folha, da relação entre a biomassa da raiz e parte aérea, da fotossíntese, além do fechamento de estômatos e aumento da abscisão foliar. A disfunção hormonal, principalmente ligada ao aumento da concentração de etileno nas folhas, induz, além da perda de clorofila, a senescência (Taiz *et al.* 2017).

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o crescimento de manjeriço em diferentes luminosidades e reposições hídricas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de maio a julho de 2018, no Instituto Federal Goiano-Campus Ceres (15°20'54,764"S e 49°36'03,403"W, 578,14 m de altitude), rodovia GO-154 - Km 3, S/N - Zona Rural, Ceres-GO. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen- Geiger, é do tipo Aw, clima tropical com estação seca no inverno (Cardoso & Marcuzzo, 2014).

As mudas de manjeriço, cultivar Roxo Dark Opal, foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, preenchidas com substrato comercial Tropstrato HA e mantidas durante 30 dias em viveiro. Em seguida, as plantas foram transferidas para vasos plásticos, com capacidade de 12 L, contendo substrato composto por terra de barranco, esterco bovino e areia, na proporção de 3:1:1. Esse substrato apresentou as seguintes características físico-química: areia = 589 g kg⁻¹; silte = 76 g kg⁻¹; argila = 335 g kg⁻¹; pH (em água) = 6,4; matéria orgânica = 23,2 (g dm⁻³); Ca = 3,2 (cmolc dm⁻³); Mg = 4,5 (cmolc dm⁻³); Al = 0,0 (cmolc dm⁻³); H + Al = 2,0 (cmolc dm⁻³); K = 2,5 (cmolc dm⁻³); T = 12,3 (cmolc dm⁻³); K = 996,0 (mg dm⁻³); P = 173,0 (mg dm⁻³); V = 83,12 (%).

O experimento foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema de parcelas subdivididas, com três ambientes (pleno sol, sombreamentos de 50 e de 70% da radiação solar), quatro reposições hídricas referentes

a evapotranspiração da cultura (25, 50, 75 e 100%) e seis repetições, totalizando 72 plantas.

No transplante, a umidade do substrato foi elevada para a capacidade de vaso (CV), com base na metodologia utilizada por Casaroli & Lier (2008). Os vasos foram mantidos com este conteúdo volumétrico de água durante oito dias e, aos nove dias após transplante (DAT), iniciou as reposições hídricas, conforme a ETc para cada ambiente.

O sistema de irrigação foi localizado, com gotejadores do tipo botão, de vazão 2 L h⁻¹, fluxo autocompensante, com pressão de serviço de 2 kgf. A ETc foi determinada por meio de leitura diária de um minitanque evaporimétrico desenvolvido (TED), instalado nos três ambientes avaliados. Salomão (2012) recomenda-se o uso dos TEDs para o auxílio do manejo de irrigação, pois eles apresentam resultados compatíveis com o Tanque Classe A e são de baixo custo.

A cada 15 dias, avaliou-se a altura (cm), diâmetro do caule (mm) e o número de folhas e ramos. Já aos 75 dias, avaliou-se o volume do sistema radicular, o comprimento da maior raiz, as massas fresca e seca do sistema radicular e das folhas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparação das médias da luminosidade pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade de erro, e, para os regimes hídricos, adotou-se a regressão.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ambiente em pleno sol, as temperaturas variaram de 9,8 a 40,0 °C; a umidade de 10 a 99% e a evapotranspiração oscilou de 0 a 7 mm. Enquanto que no experimento com 50% de sombreamento, as temperaturas variaram de 9,8 a 37,6 °C; a umidade foi de 10 a 99% e a evapotranspiração de 0 a 5 mm. Já o ambiente com 70% de sombreamento, a variação de temperatura foi de 10,1 a 36,5 °C; a umidade do ar de 10 a 99% e a evapotranspiração variou de 0 a 5 mm.

A altura das plantas, o diâmetro do caule e o número de ramos por planta foram influenciados pelas interações da idade das plantas com o ambiente de cultivo; a idade da planta com reposição hídrica e ambiente de cultivo com reposição hídrica.

No decorrer do tempo, as plantas cultivadas em condições de sombreamento apresentaram tendência de aumento na altura superior às plantas cultivadas em pleno sol.

Na interação da idade das plantas com a reposição hídrica, houve incremento na altura das plantas em todas as idades, entretanto, em condições de déficit hídrico, a altura foi menor em relação a reposição de 100% da evapotranspiração. A redução da reposição hídrica limitou a altura das plantas de manjeriço em todos os ambientes de cultivo. As plantas cultivadas em condições de sombreamento (50 ou 70%) apresentaram maior altura em relação às plantas cultivadas em pleno sol.

Essas respostas da altura das plantas podem estar associadas com a alteração no balanço hormonal das plantas assim como na relação entre fitocromos, criptocromos e fototropinas presentes nas plantas. Considerando que em plantas cultivadas em pleno sol predomina o phyB e em sombreamento predomina o phyA, possivelmente, o sombreamento de 50% já foi suficiente para alterar a relação do phyA e phyB em manjeriço e proporcionar maior altura nas plantas, simulando as condições de estiolamento. As plantas cultivadas em pleno sol foram mantidas em alta radiação, característica nas condições que o experimento foi conduzido, a luminosidade reduz o alongamento caulinar que pode comprometer a fotossíntese e, conseqüentemente, o crescimento das plantas.

O crescimento e o desenvolvimento das plantas estão ligados diretamente ao ambiente de cultivo. Geralmente, plantas expostas a maior radiação solar apresentam maior necessidade de reposição hídrica, devido ao aumento na transpiração e na translocação de fotoassimilados. Segundo Taiz *et al.* (2017), o déficit hídrico pode limitar o crescimento das plantas devido às restrições na divisão, diferenciação e no alongamento celular. Com pouca disponibilidade de água, ocorre a redução da abertura dos estômatos, da transpiração, na produção fotoassimilados, absorção de nutrientes, acúmulo de moléculas e ainda alterações no balanço hormonal nos tecidos.

Vargas (2007) estudando as cultivares de manjeriço Maria Bonita, Mara e Genovese, em diferentes níveis hídricos, no Estado de Sergipe, observou o fechamento parcial dos estômatos, devido à queda da taxa da fotossíntese e da taxa de transpiração, indicando a existência de mecanismos para a adaptação do manjeriço, quando submetido ao estresse hídrico.

O ambiente com 70% de sombreamento proporcionou menor reposição hídrica, número de folhas em relação às plantas cultivadas em pleno sol e ambiente com 50% de sombreamento.

As plantas de manjeriço, com diferente reposição hídrica, apresentaram resposta positiva à reposição de 100% da evapotranspiração quanto ao diâmetro de caule. O ambiente com 70% de sombreamento proporcionou menor diâmetro de caule.

As plantas cultivadas no ambiente com 70% de sombreamento apresentaram menor número de ramos em relação às cultivadas em ambiente com 50% de sombreamento e pleno sol. A formação de brotos depende da ação das citocininas e, provavelmente, o sombreamento alterou o balanço entre auxina e citocininas, reduzindo a ação das citocininas. Van Gelderen *et al.* (2018) verificaram que o vermelho longo aumentou a sinalização de auxina em brotos de *Arabidopsis thaliana*, apesar de não estar associado com redução ou aumento da sinalização de auxina na raiz. Esses autores também relatam que o vermelho longo reduz a sinalização de auxina nas células do córtex e, conseqüentemente, o crescimento de raiz lateral.

Os ambientes de cultivo influenciaram na massa fresca das folhas, volume do sistema radicular, comprimento da raiz, massa seca das folhas e na massa seca do sistema radicular (Tabela 1). As massas fresca e seca das folhas das plantas cultivadas em pleno sol e 50% de sombreamento foram superiores às obtidas com 70% de sombreamento.

O aumento da reposição hídrica favoreceu o número de ramos. Os níveis de reposição hídrica influenciaram na massa fresca das folhas, massa fresca do sistema radicular (Figura 1), volume do sistema radicular, comprimento da raiz, massa seca das folhas e na massa seca do sistema radicular, enquanto a interação influenciou somente no comprimento da raiz.

O crescimento da raiz em resposta ao aumento da reposição hídrica foi mais expressivo nos ambientes sombreados (Figura 2). A reposição hídrica aumentou o volume radicular (Figura 3).

Em condições com luminosidade máxima de $900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o incremento da luminosidade em até 90% da luz total aumentou a biomassa do caule, da raiz e o número de ramos e ainda proporcionou maior alocação de biomassa nas raízes em relação a parte aérea (Scanga, 2011). Os maiores níveis de radiação proporcionaram maior comprimento, volume, massa fresca e seca de raízes de *Raphanus sativus* L. (Zha e Liu, 2018). Resultados semelhantes foram encontrados por Barisic *et al.*, (2006) quando estudaram espécies de *Lamium*, sob alta luminosidade.

3.4 CONCLUSÕES

A luminosidade e a reposição hídrica influenciaram o crescimento do manjeriço.

Os ambientes com 50 e 70% da radiação solar e 100% de reposição hídrica proporcionaram maior altura de plantas, do diâmetro de caule, do crescimento de ramos, das massas fresca e seca das folhas e do número de folhas.

O ambiente ao pleno sol e o aumento da reposição hídrica favoreceram o aumento da massa seca de raiz e o volume radicular.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA SMZ; SOARES AM; CASTRO EM; VIEIRA CV; GAJEGO EB. 2005. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. *Ciência Rural*, 35 62- 68.

BARISIC N; STOJKOVIC B; TARASJEV A. 2006. Plastic responses to light intensity and planting density in three *Lamium* species. *Plant Systematics and Evolution* 262: 25-36.

BLANK AF; CARVALHO FILHO JLS; SANTOS NETO AL; ALVES PB; ARRIGONI-BLANK MF; SILVA-MANN R; MENDONÇA MC. 2004. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. *Horticultura Brasileira* 22:113-116.

CARDOSO MRD; MARCUZZO FFN. 2014. Climate classification of Köppen-Geiger for the State of Goiás and the Federal District. *ACTA Geografica* 8: 40-55.

CASAROLI D; LIER QJV. 2008. Criteria for determination of vessel capacity. *Brazilian Journal of Soil Science* 32: 59-66.

HAN YJ; SON PS; KIM JI. 2007. Phytochrome-mediated photomorphogenesis in plants. *Journal Plant Biology* 50: 230-240.

MARQUES PAA; JOSÉ JV; ROCHA HS; FRAGA JR EF; SOARES DA; DUARTE SN. 2015. Consumo hídrico do manjeriço por meio de lisímetro de drenagem. *Irriga* 20:745-761.

SALOMÃO LC. 2012. *Calibração de tanques evaporímetros de baixo custo sob diferentes diâmetros em ambiente protegido*. Botucatu: UNESP. 74p. (Tese Doutorado).

SANTOS RF; CARLESSO R. 1998. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 2: 287-294.

SCANGA SE. 2011. Effects of Light Intensity and Groundwater Level on the Growth of a Globally Rare Fen Plant. *Wetlands* 31: 773-781.

TAIZ L; ZEIGER E; MOLLER IM; MURPHY A. 2017. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed. 888p.

VAN GELDEREN K; KANG C; PAALMAN R; KEUSKAMP D; HAYES S; PIERIK R. 2018. Far-red light detection in the shoot regulates lateral root development through the HY5 transcription factor. *The plant cell* 30: 101-116.

VARGAS MEO. 2007. *Respostas ecofisiológicas e bioquímicas do Ocimum basilicum L. cultivado em diferentes níveis hídricos*. São Cristóvão: UFS. 72p. (Dissertação Mestrado).

ZHA L; LIU W. 2018. Effects of light quality, light intensity, and photoperiod on growth and yield of cherry radish grown under red plus blue LEDs. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 59: 511-518.

Tabela 1 Médias dos resultados encontrados para as variáveis destrutivas avaliadas aos 75 dias após o transplante de mudas de manjeriço. Massa fresca de folha (MFF); Massa seca de folha (MSF); Massa seca de raiz (MSR); Volume de raiz (VR); Comprimento de raiz (CR). Ceres/GO, 2018

Ambiente	MFF	MSF	MSR	VR	CR
Pleno Sol	51.19 a	8.09 a	0.58 a	3.5 a	15.65 b
50% Sombreamento	50.42 a	7.78 a	0.47 b	3.0 ab	20.97 a
70% Sombreamento	44.27 b	6.78 b	0.40 c	2.79 b	18.75 a

Figura 1. Massas fresca e secas de folha e raiz do manjeriço cultivadas com quatro níveis de reposições hídricas, Ceres/GO, 2018

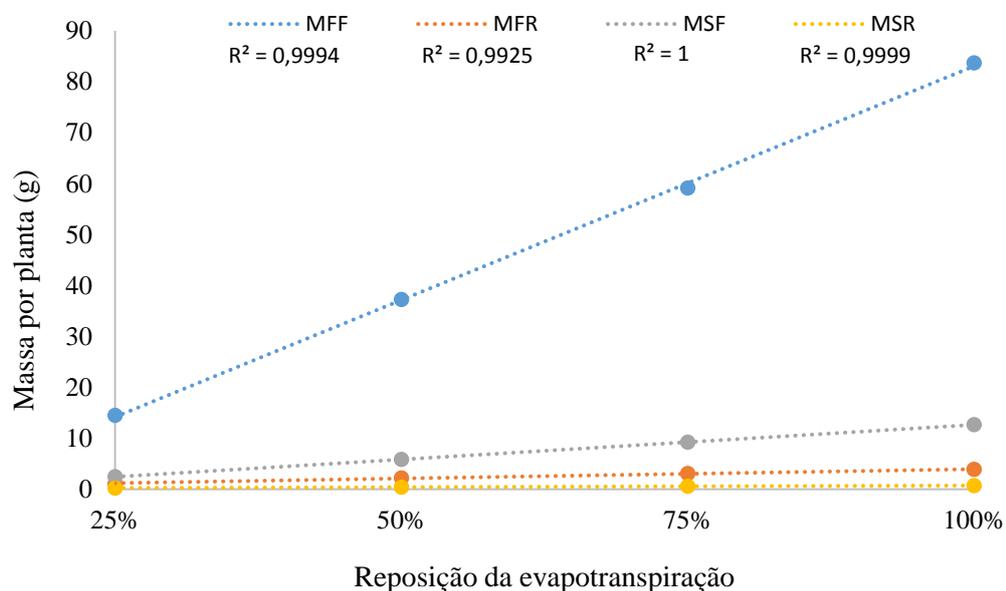


Figura 2. Comprimento da maior raiz do manjeriço cultivadas com três níveis de luminosidade e quatro níveis de reposição hídrica, Ceres/GO, 2018

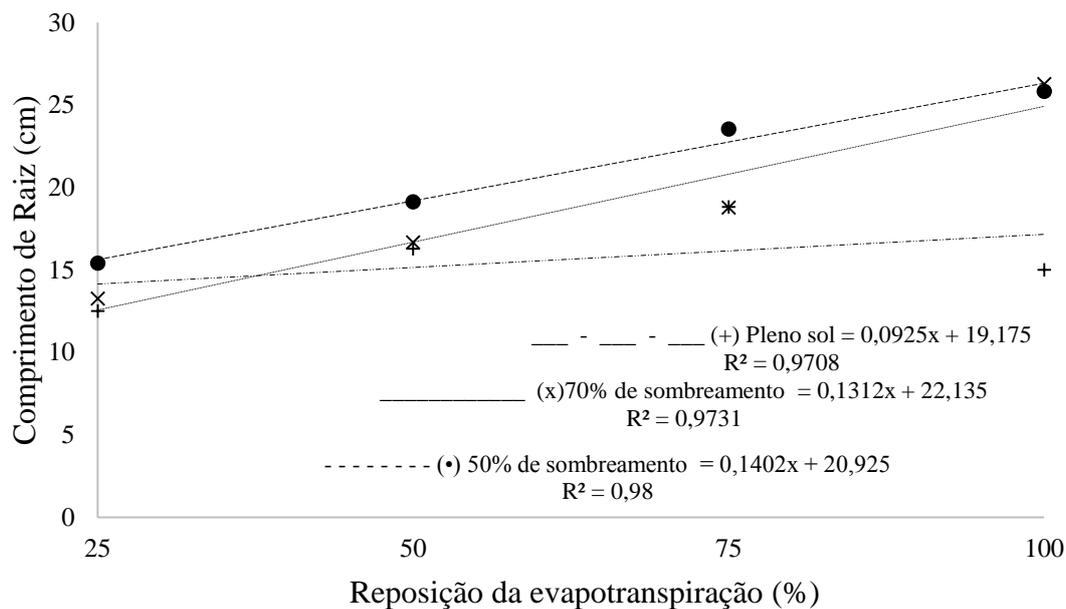


Figura 3. Volume sistema radicular por planta de manjeriço cultivadas com quatro reposição hídrica, Ceres/GO, 2018

