

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS JABOTICABAL

**REGIMES HÍDRICOS E COBERTURAS DE SOLO NA
PRODUÇÃO DE MANJERICÃO**

João Carlos dos Santos Duarte

Engenheiro Agrônomo

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS JABOTICABAL

**REGIMES HÍDRICOS E COBERTURAS DE SOLO NA
PRODUÇÃO DE MANJERICÃO**

João Carlos dos Santos Duarte

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fabiano Palaretti

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Ciência do Solo).**

2022

D812r	Duarte, João Carlos dos Santos Regimes hídricos e coberturas de solo na produção de manjerição / João Carlos dos Santos Duarte. -- Jaboticabal, 2022 40 p. : il., tabs. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Luiz Fabiano Palaretti 1. Ocimum basilicum L.. 2. Óleo essencial. 3. Status hídrico. 4. Reflexão da luz. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

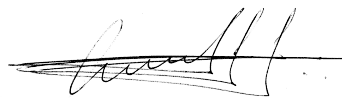
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: REGIMES HÍDRICOS E COBERTURAS DE SOLO NA PRODUÇÃO DE MANJERICÃO

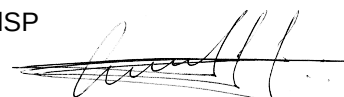
AUTOR: JOÃO CARLOS DOS SANTOS DUARTE

ORIENTADOR: LUIZ FABIANO PALARETTI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

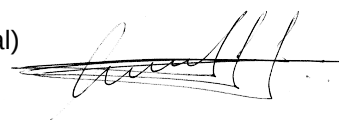


Prof. Dr. LUIZ FABIANO PALARETTI (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas DECEX / FCAVUNESP JaboticabalSP



Prof. Dr. ALEXANDRE BARCELLOS DALRI (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas (DECEX) / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof.^a Dr.^a PATRICIA ANGELICA ALVES MARQUES (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia de Biosistemas-ESALQ / Piracicaba/SP



Jaboticabal, 24 de fevereiro de 2022

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

João Carlos dos Santos Duarte nasceu em Belém – PA, Brasil em 30 de julho de 1995, filho de João de Nazaré Barreiros Duarte e Etima Maria Pereira dos Santos. Graduado em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, no Campus Belém (2020). Em 2015, fez parte da Enactus/UFRA, desenvolvendo projetos de empoderamento social em comunidades em situação de vulnerabilidade na região metropolitana de Belém. Em junho de 2016, ingressou no Programa de Educação Tutorial em Ciência do Solo – PET SOLOS, onde foi bolsista durante três anos e meio, realizando trabalhos de pesquisa, ensino e extensão em ciência do solo e educação ambiental. Em 2017, fez parte do projeto COM.TATO, no qual desenvolveu atividades de educação ambiental que possibilitasse a inclusão de pessoas com necessidades especiais. No final de 2019, foi admitido no curso de mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP/FCAV, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e integrante do Grupo de Estudos em Irrigação e Meio Ambiente da UNESP (GPIMA), onde desenvolveu pesquisas na área de irrigação, fertirrigação e cultivo protegido. Em 2021 foi aprovado no processo seletivo do curso de doutorado em Agronomia (Ciência do Solo) da UNESP/FCAV, com início em março de 2022.

“Caos não é um abismo. Caos é uma escada. Muitos que a tentam escalar, falham e nunca mais tentam de novo. A queda os quebra. E a alguns é dada a chance de subir, eles se agarram aos seus objetivos. Apenas a escada é real. A escalada é tudo o que existe.”
(adaptado)

(Petyr Baelish em Game of Thrones)

Dedico este trabalho aos meus pais,
João Duarte e Etima dos Santos, por
todo amor e cuidado. Obrigado!

Agradecimentos

Sou grato a Deus pela sua infinita graça e misericórdia.

Agradeço aos meus pais, João Duarte e Etima dos Santos, por todo amor e cuidado que dedicam a mim. A toda a minha família que me apoiou de forma direta ou indireta, em especial aos meus irmãos, Henriques Duarte e Karen Duarte.

Ao meu orientador Luiz Fabiano Palaretti, por providenciar todos os meios para que esse estudo fosse realizado, pela confiança depositada em mim e pelos ensinamentos repassados.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade e acolhimento durante o mestrado, me propiciando vivências memoráveis.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo), pelas oportunidades concedidas para realizar o curso de mestrado, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa.

À banca avaliadora de qualificação, Dra. Teresa Cristina Tarlé Pissarra e Dra. Letícia Ane Suzuki Nociti e a banca avaliadora da dissertação, Dra. Patricia Angelica Alves Marques e Dr. Alexandre Barcellos Dalri pela disponibilidade e contribuições para minha pesquisa.

Aos professores, Rogério Faleiros, Rinaldo Cesar de Paula e Arthur Bernardes, pela concessão de equipamentos necessários para coleta e análises de dados necessários à pesquisa.

Ao Grupo de Pesquisa em Irrigação e Meio Ambiente (GPIMA) pelo acolhimento e suporte sempre que necessário, especialmente ao Jonathan Viana, Michael e Heitor Rossetti que me auxiliaram de forma direta nas atividades do experimento. Também, ao seu Luis, técnico responsável pela “boate”, pelo apoio nas atividades de campo do experimento.

Ao Prof. Dr. André e ao laboratorista Caio Perego, responsáveis pelo laboratório de química da Unesp – Araraquara pelo suporte na realização das análises de óleos essenciais.

Aos meus amigos Kleve Canteral e Fernando Moraes que me deram todo o suporte necessário quando cheguei na cidade.

À Marcilene Sarah, pelo companheirismo na vida acadêmica, por me apresentar os caminhos que facilitariam a minha pesquisa e pelo apoio na realização dela, sobretudo, pela amizade que criamos a qual tornou tudo mais leve.

À Eduarda Reis, por dividir o dia a dia comigo, pela amizade e cumplicidade que desenvolvemos.

Aos amigos que a UNESP me concedeu: Kássia Ferreira, Mariana Bonfim, Vanessa Dantas, Carlos Alberto, Clebson Barbosa, Thayane Leonel, Emanuel Ceita e Ian Lucas pelos bons momentos vividos e conhecimentos compartilhados.

À república Power – Guido e seus moradores pelo acolhimento.

Ao professor Mário Lopes, meu orientador e tutor durante toda a minha graduação, por ter me ensinado a dar os primeiros passos no mundo da pesquisa.

Ao grupo PET Solos, por me proporcionar vários aprendizados que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal. E pelos grandes amigos que fiz no grupo, em especial Leticia Vaz, Mylena Brito, Manuella Raiol, Mainara Gomes, Ana Renata Abreu, Samara Pinheiro, Eduardo Raiol, Genilson Costa, Lorenza Flor e Ranielly Monteiro, além dos que já foram mencionados nos parágrafos acima.

A turma C de Agronomia da UFRA (2015) pelos bons momentos vividos e por me apresentar pessoas que se tornariam grandes amigos, entre eles Antonio Paraense, Ellen Suane, Ingrid Leão, Alessandra Varela e Vladimir Pantoja. Também o Igor Christian, que embarcou junto comigo nessa jornada do mestrado.

Ademais, a todos que contribuíram de alguma forma para eu chegar até aqui, são muitas pessoas, mas fica registrado a minha gratidão.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Sumário

RESUMO.....	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Origem, morfologia e uso do manjeriço	3
1.4 Demanda hídrica	4
2.3 Efeito das coberturas de solo no ambiente de cultivo	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Local do experimento e delineamento experimental	9
3.2 Condições meteorológicas e de irrigação.....	10
3.3 Coberturas do solo	13
3.4 Avaliações da cultura	14
3.4.1 Pigmentos fotossintéticos	14
3.4.2 Potencial Hídrico e Conteúdo relativo de água	14
3.4.3 Crescimento	15
3.4.4 Produção de biomassa	15
3.4.5 Produção de óleo	16
3.5 Análises estatísticas	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Temperatura do solo	17
4.2 Status hídrico de plantas de manjeriço.....	18
4.3 Pigmentos fotossintéticos	21
4.4 Crescimento do manjeriço	22
4.5 Produção de massa seca e óleo de manjeriço	26
4.6 Análise de componentes principais	27
5. CONCLUSÕES.....	29
6. REFERÊNCIAS	30

REGIMES HÍDRICOS E COBERTURAS DE SOLO NA PRODUÇÃO DE MANJERICÃO

RESUMO - O manjeriçã (*Ocimum basilicum* L.) tem sua importância alicerçada no fornecimento de matéria prima para indústria de cosméticos, de aromas, alimentícia e de fármacos. Evidências mostram que a produção de óleo essencial é afetada principalmente pela luz, características do solo, clima e disponibilidade hídrica. Nesse sentido, o uso de cobertura de solo pode afetar positivamente a produção da cultura e o rendimento do óleo essencial, por possibilitar o aumento da eficiência do uso da água e de nutrientes, além de modular respostas fotomorfogenéticas a partir da qualidade da luz refletida pela cobertura. Diante disso, o presente trabalho buscou avaliar as respostas do manjeriçã, de primeiro ciclo, cultivado sob coberturas no solo associada a regimes hídricos. Para isso, foi realizado um experimento em blocos casualizados, conduzido em esquema fatorial 3x5, sendo o primeiro fator o regime hídrico (100%ETc; 75%ETc e 50%ETc) e o segundo fator às coberturas de solo (mulching) (amarelo, branco e cinza), com palhada e sem cobertura. Realizou-se avaliações do status hídrico das plantas, pigmentos fotossintéticos, parâmetros do crescimento, produção de biomassa vegetal e produção de óleo essencial. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey à 5% de probabilidade. De acordo com os resultados, os regimes hídricos associado às coberturas de solo causaram efeito significativo nas variáveis estudadas. O maior fornecimento de água associado ao uso do mulching aumentou o conteúdo de água e o potencial hídrico foliar e proporcionou maior produção da parte aérea (317,50 g planta⁻¹) e de óleo essencial (20 L ha⁻¹).

Palavras-chaves: *Ocimum basilicum* L., óleo essencial, status hídrico, reflexão da luz.

WATER REGIMES AND SOIL MULCHING IN BASIL PRODUCTION

ABSTRACT – Basil (*Ocimum basilicum* L.) has its importance based on the supply of raw material for the cosmetics, aromas, food and pharmaceutical industries. Evidence shows that essential oil production is mainly affected by light, soil characteristics, climate and water availability. In this sense, the use of ground cover can positively affect crop production and essential oil yield, as it makes it possible to increase the efficiency of water and nutrient use, in addition to modulating photomorphogenetic responses from the quality of light reflected by the roof. Therefore, the present work sought to evaluate the responses of basil grown under soil cover associated with water regimes. For this, an experiment was carried out in randomized blocks, carried out in a 3x5 factorial scheme, the first factor being the water regime (100%ETc; 75%ETc and 50%ETc) and the second factor the soil cover with plastic film mulching (yellow, white and grey), with straw and without cover. Evaluations of the water status of the plants, growth parameters, production of plant biomass and essential oil were carried out. Data were submitted to analysis of variance and Tukey's test at 5% probability. According to the results, the water regimes associated with the soil cover had a significant effect on the variables studied. The higher water supply associated with the use of mulching increased the water content and the leaf water potential and provided higher production of the shoot (317.50 g plant⁻¹) and of essential oil (20 L ha⁻¹).

Keywords: *Ocimum basilicum* L., essential oil, water status, light reflection.

1. INTRODUÇÃO

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), é uma espécie que apresenta propriedades aromáticas, condimentares e medicinais, devido a presença de óleo essencial. Por ter essas características, o manjeriço é muito utilizado como aromatizante de comidas e bebidas e nas indústrias de fármacos e cosméticos (Marques et al., 2015). Entretanto, para a expressão potencial produtiva e de rendimento do óleo essencial é necessária a compreensão da interação entre as condições de solo, água, luz e de temperatura com as práticas culturais adotadas na condução do manjeriço (Canini, 2012).

A evapotranspiração de cultura (ET_c) define as necessidades hídricas dos cultivos, determinada pelo produto do coeficiente de cultivo (K_c), obtido experimentalmente; pela evapotranspiração de referência (ET_o), calculada com variáveis meteorológicas durante o período experimental pela equação Penmann-Monteith, parametrizada segundo o método FAO- 56 (Allen et al., 1998). Estudos anteriores indicam que a demanda hídrica do manjeriço varia de 70 a 600 mm por ciclo de crescimento, dependendo da variedade escolhida, do clima local e do manejo da cultura (José, 2014; Marques et al., 2015).

Quando o fornecimento de água não atende a demanda requerida pela cultura ocorre o estresse hídrico, o qual é limitante para produção de plantas uma vez que o déficit reduz o teor de água foliar e nas células guardas, o que ocasiona o fechamento estomático diminuindo assim a produção de biomassa (Taiz e Zeiger, 2013). Por ser o manjeriço, uma planta considerada intolerante ao déficit hídrico, o estudo de sistemas de produção irrigados torna-se primordial para compreender a demanda por água no manejo da cultura, principalmente em ambientes de clima quente e seco (Martins, 2016).

No cultivo protegido a cobertura de solo com filme plástico ou massa seca vegetal é conhecida como “mulching”. Esta técnica é aliada no cultivo de espécies medicinais e aromáticas como o manjeriço, já que, esta prática tem sido importante para melhorar produção e qualidade dos vegetais (Zhang et al., 2018), além de manter

a água no solo, reduzindo as perdas por evaporação, consequentemente, há redução do estresse hídrico e melhor distribuição de nutrientes perto da zona da raiz (Zheng et al., 2017; Guzmán, 2020).

Embora o uso da cobertura remeta de forma direta a melhoria da eficiência no uso da água (Fan et al., 2016), as cores de plásticos disponíveis no mercado têm propriedades de reflexão, absorbância e transmissão de luz solar variáveis (Ahmed et al., 2013) e seu uso está associado a manutenção da temperatura no solo (menor amplitude térmica), criando um microclima na área de plantio (Filipov et al., 2013). Esse processo é possível, pois o plástico é capaz de reter parte da radiação de ondas longas emitida do solo para a atmosfera, evitando o resfriamento da camada evaporativa (Tarara, 2000).

Concomitantemente, a cobertura de solo pode induzir a fotomorfogênese na planta, a qual é regulado pela luz no vermelho (R) e no vermelho distante (FR) presentes no espectro e a proporção FR / R, alterada pela reflexão das coberturas coloridas. Desta forma, o resultado benéfico da cobertura do solo com filme plástico poderá aumentar altura de plantas, número de hastes por planta, índice de área foliar, maturação de frutos e produção de biomassa (Fortnum et al., 1997; Fan et al., 2016; Kishore et al., 2018).

Logo, as coberturas plásticas podem preservar a água no solo, contribuir para o desenvolvimento inicial da cultura, alterar a temperatura do solo, além de reduzir a incidência de ervas daninhas e repelir insetos, e todos esses fatores contribuem para o aumento da produtividade (Mutetwa e Mtaita, 2014; Zhao et al., 2014; Haque et al., 2018; Zangoueinejad et al., 2018).

Diante do exposto, acredita-se que o suprimento adequado de água consorciado com a cobertura do solo causará alterações positivas na morfologia da planta de manjeriço. Sendo assim, neste trabalho o objetivo foi avaliar se o uso de cobertura do solo interfere na eficiência do uso de água e otimiza a produtividade de biomassa e óleo essencial de plantas de manjeriço.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem, morfologia e uso do manjeriço

Dentre as plantas medicinais e aromáticas, a família Lamiaceae é uma das principais, pois ela contém aproximadamente 300 gêneros e 7.500 espécies (Souza e Lorenzi, 2005). Dentre estas, podemos destacar o manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), espécie de maior importância, devido a demanda no uso condimentar para aromatização de alimentos, bebidas e ambientes, e na indústria de cosméticos e fármacos.

Provavelmente, a origem da espécie seja remonta a Ásia Ocidental, tendo sido trazida ao Brasil por italianos. No Brasil, o manjeriço é cultivado principalmente por pequenos produtores rurais, e a produção concentrada na região nordeste, devido às condições edafoclimáticas (Lorenzi e Matos, 2002; Canini, 2012).

A planta é muito ramificada, de 30 a 50 cm de altura, é um subarbusto aromático, anual ou perene, dependendo da região de cultivo. A propagação pode ser feita por estaquia ou sementes (Rezende, 2010). Morales e Simon (1996) relatam o fato de existir muitas cultivares de manjeriço, com grande variação no tamanho e na cor da folha (de verde a roxo), na cor da flor (branca, vermelha, púrpura, roxa), no hábito de crescimento, forma, altura, época da floração e no aroma.

As folhas são a parte econômica, as quais têm numerosos tricomas glandulares que são estruturas celulares responsáveis por sintetizar e armazenar compostos voláteis (Metcalf e Chalk, 1983; Silva et al., 2005). O conteúdo dos óleos essenciais pode caracterizar o manjeriço em tipo europeu, francês ou doce; egípcio, reunião ou comoro; búlgaro, Java ou cinamato de metila, e eugenol (Blank et al., 2004; Embrapa, 2011).

A produção comercial de óleos essenciais depende essencialmente de três fatores: da produção de biomassa, do rendimento de óleo essencial e da sua composição química, frequentemente relatada como características bastante variáveis (Yamamoto, 2006). Dependendo da espécie, a produção de óleo essencial pode compor de 0,05% a 10% do peso total da planta (Trentini e Teske, 2001).

Para Lorenzi e Matos (2002), o manjeriço é muito apreciado por apresentar óleo essencial de melhor qualidade e aroma. Sua análise química revelou a presença de taninos, flavonóides, saponinas, cânfora e no óleo essencial: timol, metil-chavicol, linalol, eugenol, cineol e pireno (Lorenzi e Matos, 2002; Blank et al., 2005; Minami et al., 2007).

O linalol é um fitoquímico que tem sido largamente testado como acaricida, bactericida e fungicida, sendo também utilizado como sedativo, além do seu uso nas indústrias de cosméticos e de alimentos (Dias et al., 2018). Devido a isso, encontrou-se no manjeriço o potencial agrônômico para extração de linalol, pois é o fitoquímico constituinte majoritário do óleo essencial (Blank et al., 2004; Luz et al., 2009). De acordo com Ereno (2006), o óleo essencial do manjeriço contém cerca de 40,2 a 48,5% de linalol.

1.4 Demanda hídrica

O fornecimento de água adequado é de fundamental importância pois a água desempenha funções vitais na planta. Uma vez absorvida, a água atua no transporte de nutrientes, equilíbrio térmico (Kerbaudy, 2013), e nas relações hídricas, por meio da pressão de turgor a qual é essencial para muitos processos fisiológicos, incluindo expansão celular, abertura estomática, transporte no floema e vários processos de transporte através de membrana, além de contribuir para a rigidez e a estabilidade mecânica de tecidos vegetais não lignificado, conforme relatam Taiz e Zeiger (2013).

Por lado, quando o fornecimento de água é comprometido, as plantas entrarão em déficit hídrico. O déficit hídrico está associado, portanto, à redução progressiva da água no solo e quanto maior a redução, mais severo é o déficit, o seu efeito tem início quando a taxa de evapotranspiração supera a taxa de absorção de água pelas raízes e sua transmissão para a parte aérea da planta (Silveira e Stone, 2001; José, 2014).

Plantas sob estresse hídrico apresentaram distúrbios fisiológicos e seus efeitos serão refletidos na morfologia e produtividade. De acordo com Novello e colaboradores (2020), o déficit hídrico ocasionou diminuição no desenvolvimento da parte aérea, diminuiu a produção de massa fresca e a altura de plantas de manjeriço,

bem como reduziu o teor relativo de água e incrementou a atividade de enzimas antioxidantes.

A evapotranspiração de cultura (ET_c) define as necessidades hídricas dos cultivos. É determinada pelo produto do coeficiente de cultivo (K_c), obtido experimentalmente; e da evapotranspiração de referência (ET_o), calculada a partir das variáveis meteorológicas pela equação Penmann-Monteith, parametrizada segundo o método FAO- 56 (Allen et al., 1998). Estudos anteriores apontam que a demanda hídrica do manjeriço varia de 70 a 600 mm por ciclo de crescimento, dependendo da variedade escolhida, do clima local e do manejo da cultura (José, 2014; Marques et al., 2015; Martins, 2016).

Em síntese, o manjeriço prefere clima quente ou ameno e ainda úmido; não tolera baixas temperaturas e muito menos geadas; quanto mais baixa a temperatura durante o ciclo, menor o desenvolvimento da planta e o tempo nebuloso ou chuvoso pouco antes do corte, diminuiu o teor de óleo essencial (Barreiro et al., 2006). De acordo com Chang et al. (2005), a temperatura ótima para o crescimento do manjeriço é de 25°C e a basal não pode ser inferior a 10°C. Contudo, temperaturas muito elevadas durante o dia podem volatilizar o óleo essencial do manjeriço (Ono et al., 2011).

2.3 Efeito das coberturas de solo no ambiente de cultivo

A cobertura de solo com filmes plásticos ou massa seca vegetal é conhecida como “mulching”. Esta técnica é uma estratégia no cultivo de espécies medicinais e aromáticas como o manjeriço. A escolha do material para usar como cobertura depende do clima, da relação custo-benefício e da cultura de interesse (Wang et al., 2016).

O uso de coberturas de solo proporciona maior crescimento e rendimento das safras anuais e perenes, resultado da otimização no uso da água, melhor estrutura química, física e biológica e aumento da temperatura do solo, bem como a inibição do crescimento de ervas daninhas (Liang et al., 2000; Giancotti et al., 2010; Ferreira et al., 2013).

Mudanças na temperatura do solo podem ocorrer devido ao uso de coberturas. As coberturas plásticas coloridas absorvem quase toda a radiação solar, elevando sua temperatura superficial. Se a cobertura for instalada firmemente e em contato direto com o solo, a fina camada de ar entre o plástico e o solo é minimizada e o calor é transferido prontamente por condução, levando a um aumento na temperatura do solo (Tarara, 2000).

Estudos indicam que o espaço de ar entre o solo e cobertura atua como uma camada isolante que reduz a transferência de calor por convecção, tornando a temperatura do solo maior, podendo incrementar em 2 a 3 °C (Tarara, 2000, Abdrabbo et al., 2017). Ao encontro disto, para El-Dolify et al. (2016) e Farrag et al. (2016) o aumento de 2°C na temperatura da zona radicular pode causar efeito positivo no crescimento e rendimento das plantas.

Ao aumento da temperatura do solo, também se atribui melhorias nas características biológicas e na fertilidade do solo, visto que, esse efeito acelera as transformações de nutrientes, como amonificação e nitrificação (Wilson e Jefferies, 1996), fornecendo um melhor ambiente de crescimento radicular, favorecendo a absorção dos nutrientes (Medany et al., 2009). Abdrabbo (2017) em associação com outros pesquisadores observaram maior acúmulo de NPK em folhas de berinjela, devido aumento da temperatura do solo, em decorrência do uso de coberturas do solo.

A evaporação de água depende da diferença entre a pressão do vapor de água na superfície evaporante e na atmosfera, causada pela movimentação frequente das massas de ar que envolvem a superfície (Allen et al., 1998). Nesse sentido, a cobertura impede a perda de água do solo para a atmosfera na forma de vapor, uma vez que, a água evaporada se condensa na superfície interna da cobertura e precipita no solo.

Além disso, a manutenção da água no solo é otimizada pela cobertura, ao mesmo tempo que ajusta a regulação da distribuição vertical da água do solo, que se move das camadas mais profundas para o solo superficial por capilaridade e transferência de vapor, e o conteúdo de água do solo superficial portanto, permanece relativamente estável (Tian et al., 2003; Wang e Horton; Shao, 2003; Xiukang et al., 2015). Sendo assim, o uso de cobertura de plástico retém água por mais tempo no

solo e reduz as perdas por evaporação. Consequentemente, poderá haver redução no estresse hídrico e melhor distribuição de nutrientes perto da zona da raiz (Zheng et al., 2017; Guzmán, 2020).

Outro efeito da cobertura de solo está relacionado a luz refletida, a qual influencia o crescimento da planta através fotossíntese e fotomorfogênese, pois dependendo da cor da cobertura, ocorrem mudanças na quantidade e distribuição espectral da radiação refletida para o dossel (Decoteau et al., 1989). Para isso, as plantas evoluíram uma extensa coleção de fotorreceptores caracterizados por perceberem informações sobre seu ambiente de luz, ou comprimentos de onda que ao atingem a superfície da planta, desencadeiam um sistema sofisticado nas vias de transdução de sinal de luz (Sullivan e Deng, 2003).

Dentre os principais fotorreceptores a clorofila é responsável pela fotossíntese, percebendo os comprimentos de ondas 400-700 nm. Os fitocromos estão mais relacionados a fotomorfogênese, sendo incumbido de perceber a luz vermelha (630-680 nm) e a vermelha distante (730-740 nm). A luz azul (400-500 nm) é percebida pelo sistema Ztz/cbvg (Fraikin et al., 2013; Galvão e Fankhauser, 2015; Mawphlang e Kharshiing, 2017).

Para Fortnum et al. (1997) a fotomorfogênese em plantas é regulado pela luz no vermelho (R) e no vermelho distante (FR) do espectro, sendo que a proporção FR / R no dossel das plantas são alteradas a partir da reflexão de cobertura colorida. Os mesmos pesquisadores apontam que as plantas geralmente respondem a um aumento na razão FR / R, mantendo uma maior porcentagem de biomassa da parte aérea. Isso é devido a alteração na partição do fotossintato, entre a parte aérea / raiz, provocada pela razão FR / R (Bradburne et al., 1989).

Por outro lado, dependendo da espécie, maiores proporções de azul na irradiância podem resultar em reduções no alongamento da haste e uma indução da produção de biomassa (Sarala et al., 2007, Sarala et al., 2009; Sarala et al., 2013), ao contrário da luz vermelha, que induz alongamento do hipocótilo e expansão da área foliar (Johkan et al., 2010).

Morais (2009) diz que a produção, bem como a composição dos óleos essenciais são afetados pela intensidade luminosa, pois o desenvolvimento dos tricomas glandulares em *O. basilicum* é um processo dependente de luz. Além disso, a radiação é fundamental à produção de fitomassa. Martins et al. (2009) verificaram que tanto a intensidade como a qualidade espectral da luz influenciam na espessura e na área foliar, densidade estomática, densidades de tricomas tectores e glandulares

O resultado benéfico da cobertura do solo com filme plástico poderá aumentar altura de plantas, número de hastes por planta e índice de área foliar (Kishore et al., 2018). Esses fatores podem ser favorecidos pela aceleração no crescimento e na maturação das plantas, que resultará em maior biomassa vegetal (Fan et al., 2016). Efeitos benéficos das coberturas plásticas foram relatados para várias culturas, incluindo tomate (Kosterna, 2014; Mendonça, 2020), batata (Zhao et al., 2014), mirtilo (Munner et al., 2019), morango (Deschamps et al., 2019) e milho (Wang et al., 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e delineamento experimental

A pesquisa foi realizada em campo no setor de plasticultura, pertencente ao Departamento de Engenharia e Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – campus de Jaboticabal, SP (Latitude 21°15'22" S, Longitude 48°18'58" W, Altitude 595 m). Segundo a classificação de Koppen o clima da região é do tipo Aw, com precipitação de 1.340 mm, concentrada no verão, e temperatura média anual de 21,7 °C (CEPAGRI, 2020).

O solo é classificado como Latossolo vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006) de textura argilosa, seus atributos químicos e físicos são apresentados na tabela 1. As amostras foram retiradas aleatoriamente dentro da área experimental.

Tabela 1. Caracterização química e física do Latossolo vermelho na camada 0-20 cm e interpretação dos valores conforme Raij et al. (2001). Jaboticabal, SP, Brasil.

pH	M.O	P	S	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al	CTC	V%	m%
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³					mmol _c dm ⁻³				%	
6,6	15	119	4	47	10	ns	2,9	0	9	69,0	87	0
Interpretação dos valores												
Muito baixa	----- -	Muito alto	Baixo	Alto	Alto		Médio	----	-----	-----	Alta	Baixo
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia		Silte		Argila		Da	
		mg dm ⁻³					%				g cm ⁻³	
0,21	1,3	7	9,2	4,6	46		14		40		1,55	
Interpretação dos valores												
Médio	Alto	Médio	Alto	Alto			Textura argilosa				-----	

pH – em CaCl₂ por potenciometria; H+Al – em tampão SMP por potenciometria; M.O – por espectrofotometria; P - em resina por espectrofotometria; S – por turbidimetria; Ca – por espectrometria de absorção atômica; Mg - por espectrometria de absorção atômica; K - por espectrometria de absorção atômica; CTC = S.B+H+Al; V% = (SB/CTC)* 100; m% = (Al/(SB+Al))*100; B - pelo método da Azometina-H por espectrofotometria; Cu, Fe, Mn, Zn - em solução DTPA por espectrometria de absorção atômica

Na ausência de recomendação de adubação específica para a cultura do manjeriço, foi utilizado como base a descrita para a cultura da menta/hortelã (Raij et al., 2001). As plantas de manjeriço foram adubadas no plantio com 10 mg dm⁻³ de N;

20 mg dm⁻³ de P₂O₅; 30 mg dm⁻³ de K₂O e aos 30 dias após o plantio (DAP) foi feita uma cobertura com 15 mg dm⁻³ de N. As fontes dos nutrientes foram uréia (45% de N), MAP (12% de N e 61% de P₂O₅) e Krista K (12% de N, 43% de K⁺, 1% de Mg⁺² e 1% de S).

O experimento esteve em campo entre os dias 09 de outubro e 06 de novembro do ano de 2020 (ciclo 1). Em delineamento de blocos ao acaso a instalação em esquema fatorial de 3x5, considerou como primeiro fator o regime hídrico (100% ET_c; 75% ET_c e 50%ET_c) e o segundo fator presença e ausência de cobertura do solo. Na cobertura foram utilizados filmes plásticos amarelo, branco e cinza e palha de braquiária, totalizando 15 tratamentos com 4 repetições, perfazendo 60 unidades experimentais.

Cada unidade experimental era composta por 10 plantas de manjerição do tipo “folha fina”, dispostas em 0,30 m entre plantas e 0,40 m entre linhas, cultivadas em 12 canteiros de 0,70 m x 7,5 m, subdividido a cada 1,50 m comportando cinco unidades experimentais, logo cada unidade experimental (U.E.) ocupou uma área de 1,05 m².

3.2 Condições meteorológicas e de irrigação

Durante o experimento a temperatura máxima registrada foi de 41,2 °C e a mínima de 11,7 °C. A umidade relativa do ar mínima 22,3% e a máxima de 85,2% (Figura 1). Esses dados, bem como a ETo foram obtidos por meio da estação agroclimática da Unesp, localizada a 500 m da área experimental. A estação calcula a ETo pela equação de Penman-Monteith parametrizada pelo método FAO-56 (Allen et al., 1998).

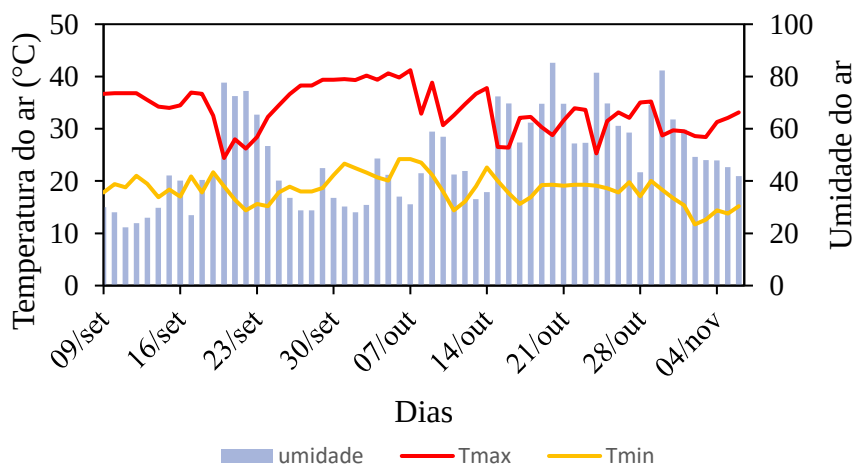


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar. Jaboticabal, UNESP, 2020.

A evapotranspiração da cultura (ETc) obtida pelo produto da evapotranspiração de referência (ETo) e o coeficiente de cultivo (kc), dividida pela eficiência do sistema de irrigação (Allen, et al., 1998), subsidiou o regime hídrico de reposição de 100% que por sua vez foi referência para os de 75% e 50%. Os valores de kc durante o ciclo fenológico da cultura foram de 0,23 – fase inicial; 0,27 – fase de crescimento vegetativo acelerado; 0,38 – fase intermediária de crescimento e 1,02 – fase de início do florescimento até a colheita (Marques et al., 2015).

Para cada linha de plantas foi instalada um tubo gotejador com emissores espaçados em 0,30 m, 1,60 L h⁻¹ e pressão de serviço de 130 kPa. De acordo Keller e Karmeli (1975) foram realizados testes hidráulicos em campo no sistema de irrigação, o qual apresentou 94,58% para o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e 87,23% para o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD). Esses coeficientes são considerados ótimos para o sistema de gotejamento, segundo Mantovani et al, (2009).

O manejo da irrigação foi realizado considerando o déficit hídrico acumulado em dois dias de turno de rega. As lâminas de reposição, em função do regime hídrico em estudo, foram aplicadas segundo o controle de tempo de irrigação parametrizado pelo regime hídrico de 100%. Esta manobra era possível devido a registros independentes e instalados no início dos tubos gotejadores.

A ETc acumulada durante o período experimental foi de 173,62 mm, atingindo máximo diário de 7,75 mm dia⁻¹, e precipitação acumulada de 74,6 mm (Figura 2).

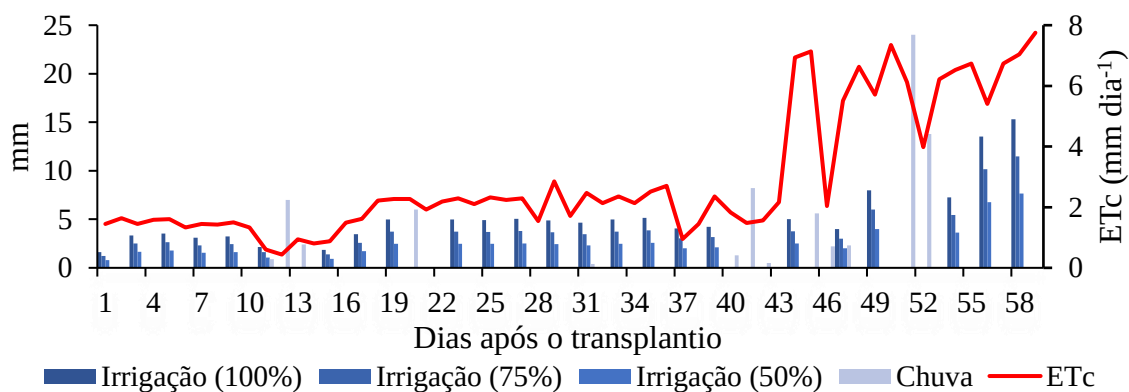


Figura 2. Lâminas de irrigação com base nos regimes hídricos (100%, 75% e 50% ETc) e precipitação, evapotranspiração da cultura do manjerição. Jaboticabal, UNESP, 2020.

As plantas submetidas ao regime hídrico de 100%, 75% e 50% da ETc receberam lâmina de 123,2; 92,4 e 61,6 mm. Sendo assim, as lâminas totais (chuva + irrigação) recebidas nos tratamentos foram 197,8 mm; 167 mm e 136,2 mm, respectivamente.

O monitoramento da água no solo se deu por meio de tensiômetros instalados em todos os tratamentos a uma profundidade 0-20 cm. As leituras foram feitas com o auxílio de um tensímetro 24 horas após a irrigação. O regime hídrico de 100% da ETc sem o uso de cobertura foi adotado como referência, onde buscou-se manter o solo desse tratamento a uma tensão de -15 kPa, com o intuito de manter o solo próximo à capacidade de campo e evitar a percolação da água, além da lixiviação de nutrientes (Marouelli, 2010).

Ao final do ciclo 1 de cultivo, no regime de 100% da ETc as tensões observadas nos tratamentos que receberam coberturas plásticas foram: -12 kPa (amarela), -12 kPa (branca) e -13 kPa (cinza), com o uso de palhada o solo apresentou a tensão -14 kPa. No regime de 75% da ETc as tensões observadas foram: -29 kPa (sem cobertura), -25 kPa (palhada) e -21 kPa (coberturas plásticas). O regime deficitário, 50% da ETc, o solo apresentou os seguintes valores: -41 kPa sem o uso de cobertura, -37 kPa por meio da cobertura de palhada, -33 kPa no solo coberto com mulching cinza e -32 kPa com o uso de cobertura plástica amarela e branca.

Concomitantemente, foram retiradas amostras de solo dos tratamentos para verificar a umidade do solo, a qual foi realizada pelo método gravimétrico ("padrão de estufa"). No final do experimento o solo dos tratamentos submetidos ao regime hídrico de 100% da ETc apresentou 32,47% de umidade de solo, quando estes foram cobertos e 30,61% sem o uso de coberturas. Por meio da reposição de 75% da ETc foi encontrado 25,68% de umidade de solo, com a utilização de coberturas e 21,82% sem a utilização delas. Com o regime de 50% da ETc, o solo estava com 18,72% e 15,98% de umidade, com e sem o uso de coberturas, respectivamente.

3.3 Coberturas do solo

Para cobertura do solo foram utilizados filmes plásticos agrícolas amarelo/marrom, branco/preto e cinza/preto, com espessura de 25 micra e palhada de capim na densidade de $1,17 \text{ kg m}^{-2}$), a cobertura foi feita em cada unidade experimental do canteiro, de forma aleatória dentro dos blocos. Nos tratamentos que receberam coberturas plásticas foram escavadas “valas” nas laterais do canteiro para fixar a cobertura plástica, em seguida foi realizado furações com um gabarito no espaçamento de plantio para transplante das mudas.

A temperatura do solo de cada tratamento foi aferida por meio de termopar tipo “T” (cobre/constantan) enterrados a 5 cm no solo. Os sensores foram acoplados num sistema de aquisição de dados modelo CR10X (Campbell Scientific®) programado para efetuar leituras a cada 30 segundos e médias a cada hora.

A distribuição do espectro, refletida nas coberturas, foi medida 10 cm acima da superfície do plástico com um espectrorradiômetro (SpectraPen LM 500 - PSI) às 10 horas da manhã em um dia ensolarado. Os valores resultantes foram expressos como porcentagem de luz natural para cada comprimento de onda, azul - BL (400-500 nm), vermelho - R (630 - 680 nm) e vermelho distante - FR (700 - 750 nm) (Loughrin e Kasperbauer, 2001, 2003). A partir dos dados sobre R e FR, a relação R / FR refletida de cada cobertura morta também foi calculada (Tabela 1).

Tabela 2: Características da radiação refletida acima das diferentes coberturas, e as razões FR / R a 10 cm acima da superfície do solo.

Características	Coberturas do solo				
	Sem Cobertura	Palhada	Amarelo	Branco	Cinza
		%			
BL	7	10	8	18	16
R	21	19	21	18	17
FR	28	26	22	19	21
		Razão			
FR/R	1,13	1,12	1,05	1,05	1,24

Luz azul (BL), luz vermelha (R), vermelho distante (FR).

3.4 Avaliações da cultura

3.4.1 Pigmentos fotossintéticos

A determinação dos pigmentos fotossintéticos ocorreu a partir da retirada de três discos foliares de 6 mm de diâmetro de amostras frescas do terço médio da parte aérea, em seguida os discos foram acondicionados em tubos Eppendoff® contendo 1,5 ml de acetona a 80%, permanecendo até que a folha apresentasse coloração esbranquiçada. Adiante, as amostras foram lidas no espectrofotômetro por absorbância nos comprimentos de onda 663 nm e 647 nm. As concentrações de clorofila (*Chl a* e *Chl b*) foram determinadas segunda metodologia proposta por Lichtenthaler e Wellburn (1983), equações 1 e 2.

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg g)} = \frac{(12,72 \times OD_{663} - 2,59 \times OD_{647}) \times V}{1000 \times W} \quad \text{eq. 01}$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (mg g)} = \frac{(22,88 \times OD_{647} - 4,67 \times OD_{663}) \times V}{1000 \times W} \quad \text{eq. 02}$$

em que,

OD663: valor observado no comprimento de onda 663, nm

OD 647: valor observado no comprimento de onda 647, nm

V: o volume total de extrato de acetona, ml

W: a massa seca da amostra, g.

3.4.2 Potencial hídrico e conteúdo relativo de água

No final do primeiro ciclo de cultivo o potencial hídrico foliar (Ψ_w) foi determinado no terço superior do ramo principal da planta, por meio da câmara de pressão Scholander (Soil Moisture Equipment, EUA), sendo aplicado uma pressão até a ocorrência da exsudação a partir do corte feito no ramo (Tuner, 1981). Como esta é uma técnica necessariamente destrutiva, em cada um dos tratamentos foram analisadas plantas sobressalentes das unidades experimentais.

Dez discos de 6 mm de diâmetro de diferentes folhas de manjeriço, posteriormente foi obtida a massa fresca, após submersão em água deionizada por 5

horas, obtida a massa túrgida, e após secagem em estufa de ventilação forçada por 48 h, obtida a massa seca. O conteúdo relativo de água na planta foi calculado segundo proposto por González e González-Vilar (2001), equação 3.

$$RWC(\%) = \left(\frac{MF-MS}{MT-MS} \right) \times 100 \quad \text{eq. 3}$$

Em que,

RWC: conteúdo relativo de água, %

MF: massa fresca, g

MS: massa seca, g

MT: massa túrgida, g

3.4.3 Crescimento

Para as análises de crescimentos, foram selecionadas 4 plantas por unidade experimental as quais foram avaliadas aos 60 DAT (final do ciclo, aproximadamente). A altura de planta foi mensurada com auxílio de uma régua graduada, medindo-se a distância desde o solo até a folha ou flor mais alta. Para obtenção do diâmetro do caule, foi por meio da utilização de paquímetro digital, a medição foi feita a 5 cm de altura do solo.

Ao final do experimento, por unidade experimental, foi selecionada uma planta para análise no integrador LI – 3100 AreaMeter® e obtenção da área foliar.

3.4.4 Produção de biomassa

Plantas inteiras foram colhidas para determinação da massa fresca da parte aérea (MFPA). Para tanto, após pesagem em balança digital, as plantas foram higienizadas com água deionizada, solução detergente a 0,1%, solução de HCl a 0,3%, e novamente com água deionizada. Em seguida, o material vegetal foi armazenado em sacos de papel e secos em estufa de ventilação forçada à 70 °C até a massa constante. A massa fresca da parte aérea foi calculada pela diferença entre a massa inicial e após secagem.

3.4.5 Produção de óleo

Ao final do ciclo produtivo, foram separadas folhas e flores que foram posteriormente secas em estufa de ventilação forçadas à 50 °C por quatro dias(referecia). Para extração do óleo essencial, 30g do material vegetal foi colocado num balão volumétrico de 1000 ml e o mesmo preenchido com água destilada até o nível máximo. O aquecimento do balão foi feito por uma manta térmica conectada ao aparelho Clevenger, durante 4 horas. Esse processo é conhecido por hidrodestilação por arraste de vapor (Fernandes et al., 2004; Pravuschi et al., 2010; Barros et al., 2014).

3.5 Análises estatísticas

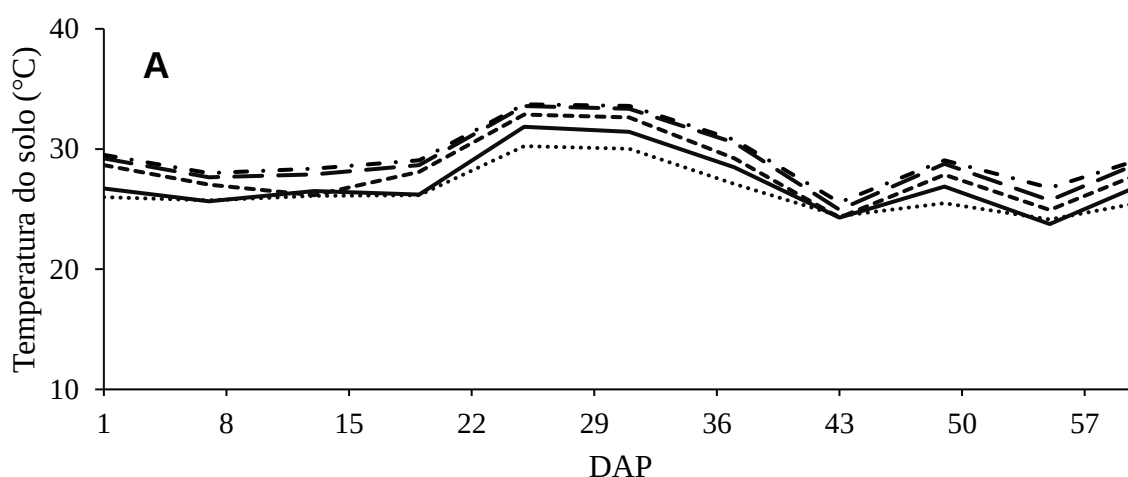
Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativo ao estudo de comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Em seguida, foi realizada a análise de componentes principais para verificar a correlação entre os tratamentos e as variáveis. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software RStudio®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Temperatura do solo

As figuras 3 apresentam a distribuição média da temperatura do solo durante o experimento, medida a 5 cm de profundidade. Nos regimes hídricos de 100, 75 e 50 % da ET_c, as temperaturas mais elevadas registradas nessa pesquisa (29,2; 29,41 e 29,86 °C, respectivamente) foram aferidos na cobertura cinza/preto. Em oposição, nos regimes hídricos estudados as menores temperaturas (26,55; 26,45 e 26,36 °C, nessa ordem) foram registradas quando o solo foi coberto com palhada. Esse comportamento pode ser atribuído a coloração mais escura de uma cobertura em comparação a outra.

Em média, as coberturas plásticas aqueceram o solo em 2°C, em relação ao solo descoberto, corroborando com os resultados obtidos por Shah Jahan et al, (2018). Os resultados evidenciam que a cobertura de palhada provocou o resfriamento do solo, em média 1°C, se comparado a temperatura do solo descoberto, nos três regimes hídricos estudados. Estudos anteriores mostraram que a temperatura do solo foi menor nas parcelas com cobertura de palha em relação as parcelas sem cobertura (Akhtar et al., 2019; Gholamhoseini et al., 2019; Li et al., 2021).



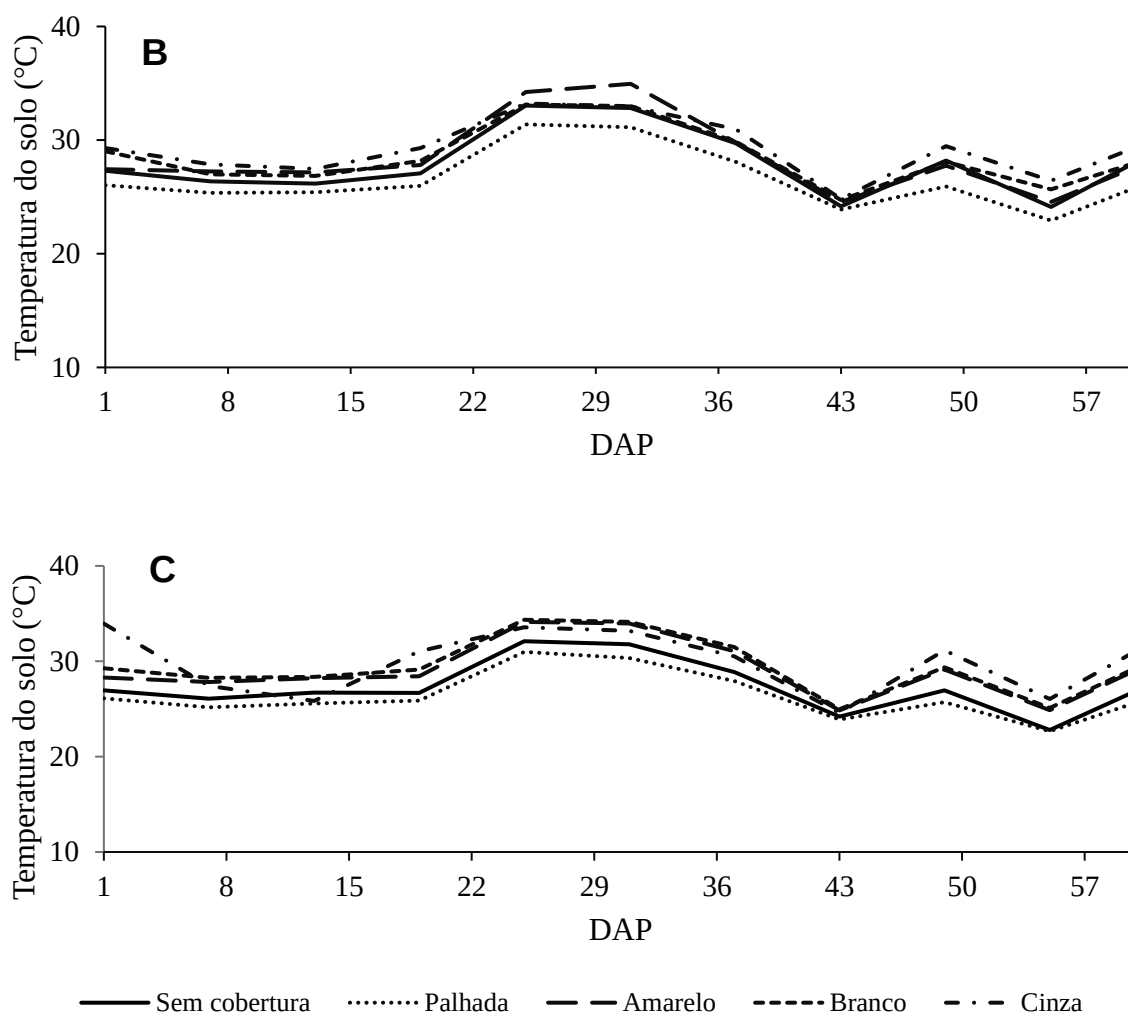


Figura 3. Temperatura média do solo medida por termopar (“Tipo T”) a 5 cm de profundidade durante os dias após o plantio (DAP), no regime hídrico de 100%ETc (A), 75%ETc (B) e 50%ETc (C).

Cobrir o solo com palhada pode isolar a entrada de calor, provocando redução na temperatura (Dahiya et al., 2007; Onwuka e Mang, 2018). Por outro lado, as cores mais escuras dos filmes plásticos aumentam a temperatura do solo, por meio da absorção de calor (Shah Jahan et al., 2018).

4.2 Status hídrico de plantas de manjeriço

O conteúdo relativo de água foliar (RWC%) apresentou diferenças significativas ($p < 0,01$) quando plantas de manjeriço foram submetidas a regimes hídricos e coberturas de solo (Tabela 3). No regime hídrico de 100% da ETc, o RWC% aumentou

9,85% e foi superior a 34% com o uso de cobertura de palhada e plástica, respectivamente. No regime de 75% da ETc, a cobertura com palhada proporcionou incremento de 9,6%, enquanto o filme plástico acima de 35,3%. Na reposição de 50% da ETc, aumentou de 5,2% e superior a 21,53% de RWC%, com o uso da cobertura de palhada e do filme plástico, nessa ordem.

Tabela 3. Média das interações significativas das análises de variância para conteúdo relativo de água (RWC%) e potencial hídrico foliar (Ψ_w) de manjeriço cultivado sob regimes hídricos e coberturas de solo. Jaboticabal, SP.

Regimes hídricos e coberturas do solo: Casetecaba, SP.						
Coberturas	Regime hídrico			Regime hídrico		
	100% ETc	75% ETc	50% ETc	100% ETc	75% ETc	50% ETc
	RWC%			Potencial hídrico foliar (MPa)		
Amarelo	83,09Aa	67,87Ba	54,94Ca	-1,3 Aa	-2,0 Ba	-3,7 Ca
Branco	79,90Ab	64,60Bb	51,17Cb	-1,5 Aab	-2,6 Bb	-4,2 Cb
Cinza	75,62Ac	62,94Bb	49,55Cb	-1,7 Ab	-3,0 Bb	-4,4 Cbc
Palhada	61,96Ad	50,98Bc	43,64Cc	-2,8 Ac	-3,9 Bc	-4,65 Cc
Sem Cobertura	56,40Ae	46,51Bd	40,77 Cc	-3,4 Ad	-4,6 Bd	-5,15 Cd
Teste F= 6,157**			Teste F= 7,8**			

** Significativo a 1% de probabilidade. As letras maiúsculas indicam diferenças significativas nos regimes hídricos e letras minúsculas indicam diferenças significativas nas coberturas de solo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a tabela 3, o RWC em plantas de manjeriço variou entre 40,77% e 83,09%, para os regimes hídricos de 50% e 100% da ETc, sem e com cobertura plástica de solo, respectivamente. Plantas submetidas ao regime hídrico de 100% da ETc, apresentaram maior conteúdo relativo de água, se comparadas às plantas sob reposição de 50% da ETc, devido à maior disponibilidade de água no solo para dotação hídrica da planta, visto que o tratamento buscou suprir a necessidade hídrica da planta, de acordo com a sua demanda.

Os resultados indicam que a falta de água reduz o estado de água celular, essas reduções do RWC em manjeriço devido ao estresse hídrico também foram relatadas por Radácsi et al. (2010), que, estudando diferentes níveis de capacidade de campo (70, 50 e 30%), descobriram que a condição de maior estresse hídrico resultou em uma redução de 20% diminuição no RWC, em comparação com o

tratamento de controle plantas (que receberam água correspondente a 70% da capacidade de campo do solo).

Contudo, os filmes plásticos utilizados na cobertura do solo contribuíram para reter a água no perfil, por meio da regulação da distribuição vertical da água no solo, que se move das camadas mais profundas para a superfície por capilaridade e transferência de vapor, tornando o conteúdo de água do solo superficial relativamente estável (Tian et al., 2003; Wang et al., 2003; Xiukang et al., 2015).

Logo, o uso de coberturas plásticas causou efeito benéfico no conteúdo relativo de água foliar (RWC), uma vez que essa variável é um indicador importante do status de água nas plantas, pois poderá indicar o déficit hídrico foliar, provocado por condições desfavoráveis, como seca e altas temperaturas (Torres et al., 2019).

A interação dos fatores regimes hídricos e coberturas de solo ocasionaram efeito significativo ($p < 0,01$) no potencial hídrico foliar do manjeriço (tabela 3). A variação de pressão nos regimes de reposição de 100, 75 e 50% da ET_c foi de 2,1; 2,6 e 1,45 MPa, respectivamente. As plantas de manjeriço sob o tratamento 100% da ET_c com cobertura plástica amarela foram mais sensíveis a pressão aplicada, nelas uma pressão média de -1,3 MPa foi suficiente para exsudar água. Antagonicamente, no sistema 50% da ET_c sem cobertura, as plantas apresentaram maior resistência à pressão imposta, nesse caso pressões em torno de -5,15 MPa provocaram a exsudação de água.

Nesta pesquisa, plantas com maior RWC% foram mais sensíveis às pressões impostas, logo estas obtiveram maior potencial hídrico foliar (Tabela 3). A melhor condição hídrica da folha, observada no regime de 100% ET_m associado ao uso de coberturas de solo, está relacionada à disponibilidade de água no solo. Isso corrobora os resultados encontrados por Da Silva et al, (2017), nos quais verificou-se que o potencial hídrico foliar aumentou em função do volume de água disponível para a cultura.

Contudo, as reduções no potencial hídrico foliar em situações adversas de suprimento hídrico do solo podem estar associadas aos decréscimos nos potenciais

de turgescência celular, em decorrência dos efeitos biofísicos que esse agente estressor é capaz de exercer nas relações hídricas dos vegetais (Taiz e Zeiger, 2013).

4.3 Pigmentos fotossintéticos

Para o conteúdo de pigmentos fotossintéticos, clorofila a e b (*Chl a* e *Chl b*), não houve interação significativa ($p>0,05$) entre regimes hídricos e coberturas de solo. Contudo, observou-se diferenças entre os regimes hídricos, uma vez que a redução no fornecimento de água provocou a diminuição no conteúdo de *Chl a* e *Chl b*. Do mesmo modo, o uso de coberturas de solo, em especial as plásticas, melhorou o conteúdo de pigmentos fotossintéticos em plantas de manjeriço (Tabela 4).

Tabela 4. Média do conteúdo de clorofila a (*Chl a*) e clorofila b (*Chl b*) em plantas manjeriço cultivado sob regimes hídricos e coberturas de solo. Jaboticabal, SP.

Regimes Hídricos (RH)	Chl a	Chl b
	-----mg g ⁻¹ -----	
100% ETc	0,612 a	0,237 a
75% ETc	0,534 b	0,196 b
50 % ETc	0,443 c	0,140 c
Teste F	235,5 **	68,8 **
Coberturas de Solo (CS)		
Sem cobertura	0,301 c	0,09 c
Palhada	0,375 b	0,15 b
Amarelo	0,656 a	0,23 a
Branco	0,653 a	0,22 a
Cinza	0,663 a	0,24 a
Teste F	616,9 **	69,4 **
CV (%)	4,65	13,74

** Significativo a 1% de probabilidade. médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O fornecimento de água buscando repor 100% da ETc proporcionou a maior concentração de clorofila a e b em plantas de manjeriço (Tabela 4). Esses valores foram superiores 14,6% (*Chl a*) e 20,9% (*Chl b*) se comparados as plantas submetidas

ao regime hídrico de 75% da ETc e 38,1% (Chl a) e 69,2% (Chl b) em relação ao sistema deficitário (50% ETc). Esses resultados corroboram os obtidos por Mahdavia et al. (2019), em que os teores de *Chl a* e *Chl b* nas plantas de manjerição diminuíram sob condições de água limitada.

Castro e colaboradores (2022) estudando três variedades de manjerição observaram um aumento no teor de pigmentos mediante o fornecimento de água. Esses mesmos autores notaram que sob condições de estresse hídrico houve redução dos níveis de pigmentos fotossintéticos, onde essa redução ocorre devido ao dano oxidativo (Egert e Tevini, 2002). A seca pode reduzir os teores de clorofila em espécies não tolerante ao déficit hídrico (Corrêa et al., 1987).

Comparando o conteúdo de Chl a e Chl b por planta, notou-se superioridade de 16,9 % e 44%, respectivamente, para as coberturas plásticas em relação ao solo descoberto. Embora as os filmes plásticos tenham apresentado médias semelhantes, a cobertura de coloração cinza/preto mostrou um desempenho melhor de que as demais coberturas.

Como foi observado na tabela 2, a cobertura cinza/preto apresentou a maior razão FR/R na luz refletida (1,24) em relação as demais coberturas, por isso as plantas que foram cultivadas sobre essa cobertura apresentaram maiores conteúdos de clorofilas. As diferenças na concentração de clorofila podem ser devido à distribuição espectral da luz refletida na cor da superfície das coberturas, pois plantas que receberam FR (alta razão FR / R) no final de cada dia desenvolvem folhas mais finas com maiores concentrações de clorofila (Bradburne et al., 1989; Shah Jahan et al., 2018).

4.4 Crescimento do manjerição

A altura e o diâmetro das plantas de manjerição sofreram efeito significativo ($p < 0,01$) quando cultivadas sob regimes hídricos e coberturas de solo. A maior altura média de 67,92 cm e diâmetro de 13,78 mm foi observada no regime hídrico de 100% ETc com a utilização de cobertura cinza/preto e branco/preto, respectivamente. Já o fornecimento de 50% da ETc sem cobertura de solo resultou numa altura média de 33,80 cm e de 4,50 mm de diâmetro do caule (Tabela 5).

À medida que o suprimento de água foi diminuindo, as variáveis supramencionadas foram afetadas negativamente, visto que o menor fornecimento de água impede o pleno desenvolvimento da cultura. Isso ocorre devido à diminuição da expansão e da divisão celular, proporcionando a diminuição do crescimento antes do estresse hídrico tornar-se severo a ponto de causar o fechamento dos estômatos e uma diminuição na fotossíntese (Duarte, 2012).

Tabela 5. Média das interações significativas das análises de variância para altura, diâmetro do caule, área foliar e massa fresca de manjeriço cultivado sob regimes hídricos e coberturas de solo. Jaboticabal, SP.

Coberturas	Altura (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Área Foliar (cm ²)	Massa Fresca (g planta ⁻¹)
<i>100% ETc</i>				
Amarelo	64,71 Ab	12,93 Aab	3.136,28 Aab	317,50 Aa
Branco	61,22 Ac	13,78 Aa	2.961,01 Ab	300,50 Aa
Cinza	67,92 Aa	12,35 Ab	3.261,84 Aa	284,75 Aa
Palhada	49,91 Ad	8,34 Ac	1.172,10 Ac	92,75 Ab
Sem Cobertura	47,20 Ae	7,36 Ac	851,25 Ad	75,00 Ab
<i>75% ETc</i>				
Amarelo	62,96 Aa	10,71 Ba	2.735,45 Ba	295,00 Aa
Branco	60,46 Ab	11,92 Ba	2.456,70 Bb	267,50 Aa
Cinza	64,98 Ba	11,16 Ba	2.980,54 Ba	240,00 Aa
Palhada	47,93 Bc	8,07 Ab	1.055,81 Ac	87,25 Ab
Sem Cobertura	39,24 Bd	6,72 Ab	749,95 Ad	65,00 Ab
<i>50% ETc</i>				
Amarelo	53,63 Bb	8,95 Ca	2.106,61 Cb	206,25 Ba
Branco	50,04 Bc	9,48 Ca	1.947,85 Cab	195,00 Ba
Cinza	56,40 Ca	8,41 Ca	2.217,62 Ca	188,75 Ba
Palhada	38,73 Cd	6,83 Bb	607,53Bc	73,75 Ab
Sem Cobertura	33,80 Ce	4,50 Bc	464,75Bc	47,50 Ab
Teste F	6,9**	3,05**	6,93**	2,75*

** Significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade. As letras maiúsculas indicam diferenças significativas nos regimes hídricos e letras minúsculas indicam diferenças significativas nas coberturas de solo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entretanto, quando se utilizou da cobertura de solo, principalmente as plásticas, esse efeito negativo provocado pelo baixo fornecimento água foi atenuado, devido essas coberturas otimizarem o uso da água fornecida pelo sistema de irrigação, além de impedir as perdas de água no solo por evaporação (Rasyid et al., 2018; Fan et al., 2016). Efeitos benéficos da cobertura de solo na altura e diâmetro de caule do tomateiro forma relatados por Mendonça et al, (2021) e na altura de plantas de cebola por Sarkar et al., (2019).

A cobertura de coloração cinza/preto apresentou a maior média de altura, devido a superfície refletir alta relação FR/R (Tabela 1), pois a luz vermelha está diretamente relacionada ao alongamento do caule (Johkan et al., 2010). O diâmetro do caule foi maior nas plantas em que o solo foi coberto com mulch branco/preto, por causa da maior reflexão de luz BL, visto que maiores proporções de azul na irradiância podem resultar em reduções no alongamento da haste (Sarala et al., 2007, Sarala et al., 2009; Sarala et al., 2013).

Assim, as coberturas fotosseletivas são usadas na agricultura porque oferecem a possibilidade de combinar os benefícios das coberturas tradicionais com as suas propriedades luminosas, que regulam diferentes processos, como fotossíntese, produtividade (Shiukhy et al., 2015)

Verificou-se resultados significativos para área foliar ($p < 0,01$) de plantas de manjerição cultivadas em diferentes regimes hídricos e coberturas de solo (Tabela 5). A maior área foliar foi obtida em plantas sob reposição de 100% da ETc e coberturas plásticas de solo, com destaque aos 3.261,84 cm² medidos na cobertura cinza, que nesta variável foi superior às demais colorações de cobertura.

A cobertura plástica cinza apresentou o valor de 3.261,84 cm² de área foliar no regime hídrico de 100% da ETc. No regime de 75% da ETc 2.980,54 cm² e no regime deficitário, 50% da ETc, de 2.217,62 cm². Partindo da comparação com os tratamentos que não foi feita a cobertura do solo, onde ocorreu as menores médias de área foliar

nas reposições de 100, 75 e 50% da ETc (851,25; 749,95; 464,75 cm², nessa sequência).

Plantas sob déficit hídrico apresentam alguns mecanismos para amenizar os efeitos deletérios desse agente abiótico, entre eles a redução na expansão da área foliar, a modulação da abertura dos estômatos, transpiração e produção de fotoassimilados. Alterações na resistência estomática são eventos importantes para a regulação da perda de água pelo vegetal e para o controle da taxa de absorção de dióxido de carbono necessária à fixação contínua de CO₂ durante a fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2013).

Por outro lado, o uso de cobertura pode preservar a água no solo, melhorando a oferta hídrica para as plantas. Além disso, a cobertura pode provocar mudanças fotomorfogênicas por meio da qualidade da luz refletida, visto que uma alta relação FR / R serve como um sinal de competição em plantas superiores causando a alocação de fotossintatos para a parte aérea das plantas, promovendo a expansão foliar (Loughrin e Kasperbauer, 2001; 2003).

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre regimes hídricos e coberturas de solo para produção de massa fresca da parte aérea (MFPA) de plantas de manjeriço. O regime de 100% da ETc com o uso de cobertura plástica amarela obteve MFPA de 317,50 g planta⁻¹, maior média em comparação aos demais regimes. Esse valor é 242,5; 252,5 e 270 g maior em relação ao tratamento que recebeu 100, 75 e 50% da ETc sem o uso de cobertura (Tabela 5).

Quando o suprimento de água é adequado às plantas, estas conseguem realizar os processos fisiológicos necessários para o seu pleno desenvolvimento, com isso elas apresentaram maior produção de biomassa fresca. Oliveira et al, (2020) observaram em sua pesquisa o aumento na produção de massa fresca do manjeriço à medida que o fornecimento de água aumentou.

Nos tratamentos com coberturas plásticas foi observada superioridade na produção de MFPA em comparação aos quais foi utilizada palha seca e o sem cobertura. Nesta variável, notou-se que o regime de 50% da ETc obteve as menores médias, contudo o uso de coberturas plásticas amenizou os efeitos desse déficit

hídrico, proporcionando ganhos na produção de massa fresca, os quais foram superiores aos regimes de reposição de 100% e 75% da ETc, quando estes não tiveram o solo coberto com filme de polietileno.

As coberturas de coloração amarela e branca foram mais eficientes na produção de MFPA, apresentando médias estatisticamente iguais quando comparadas no mesmo regime hídrico, divergindo apenas entre regimes de reposição. Esse efeito está associado a menor relação FR/R dessas colorações, a qual induz o engrossamento das folhas, conferindo às plantas maior peso em massa fresca (Bradburne et al., 1989).

4.5 Produção de massa seca e óleo de manjeriço

Nas figuras 4A e 4B são apresentados a massa seca e a produção de óleo de plantas de manjeriço. O regime de 100% da ETc propiciou maior produção de massa seca na cultura, sobretudo quando se empregou as coberturas plásticas (52,19 g). Todavia, no regime de 50% da ETc a produção de massa seca foi menor (8,9 g), principalmente quando o solo não foi coberto, esse resultado corrobora os encontrados por Carvalho et al. (2020), que relatam redução na produção de massa seca em plantas de manjeriço sob déficit hídrico.

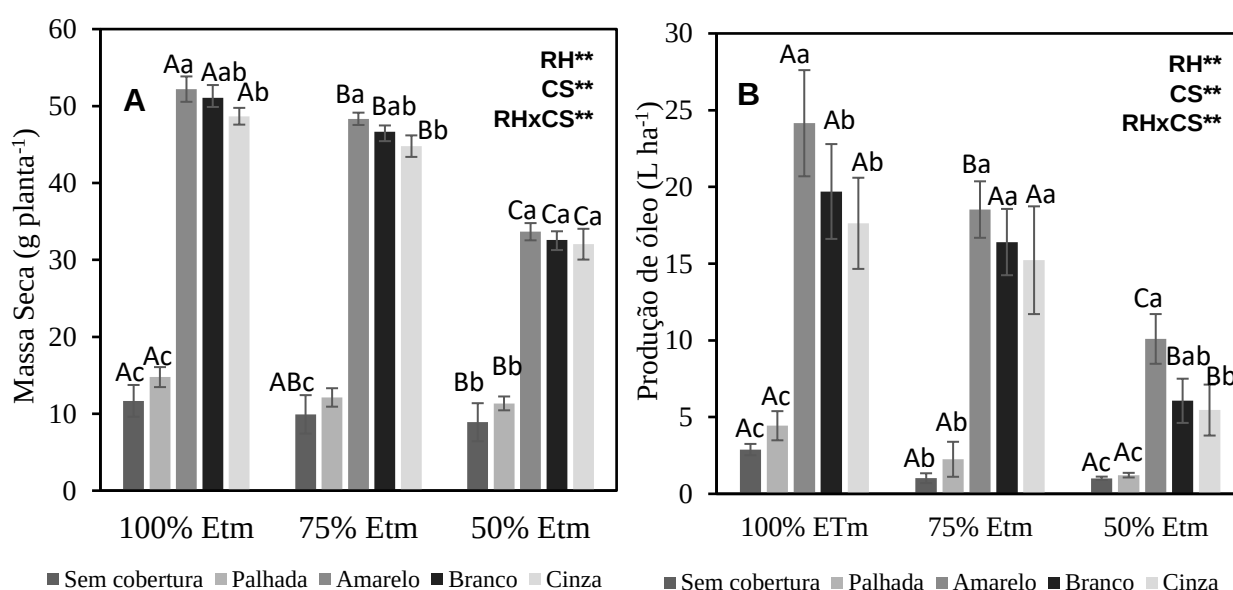


Figura 4. Massa seca (A) e produção de óleo (B) de manjeriço cultivados sob regimes hídricos (RH) e coberturas de solo (CS). As barras de erro na figura indicam o erro padrão. As letras maiúsculas indicam diferenças significativas nos regimes

hídricos e letras minúsculas indicam diferenças significativas nas coberturas de solo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em situação de estresse hídrico, as plantas buscam estratégias para evitar a perda de água. Fechar os estômatos é um evento importante para manter água no vegetal, porém os estômatos fechados diminuem a absorção de dióxido de carbono, reduzindo assim a taxa fotossintética. O acúmulo de biomassa seca em plantas depende da produção fotossintatos pelas folhas, que incorpora os carboidratos aos esqueletos de carbono, os quais compõem a estrutura das plantas (Sarkar et al., 2019).

Para a produção de óleo, a interação no uso de regimes hídricos e coberturas de solo foram significativas ($p < 0,01$), uma vez que a maior produção de óleo ocorreu a partir do fornecimento de 100% da ETc e com o uso da cobertura plástica amarela, neste tratamento a produção de óleo foi superior a 20 L ha⁻¹. Em contrapartida, o regime de 50% da ETc sem o uso de cobertura teve o menor rendimento de óleo, aproximadamente 1 L ha⁻¹.

Dessa forma, fica evidente o efeito da coloração das coberturas de solo no conteúdo de compostos voláteis nas folhas de manjerição. Estudos anteriores identificaram que plantas de manjerição cultivadas sob cobertura amarela produziram mais compostas aromáticos, uma das possíveis explicações está relacionando a baixa reflexão de BL dessa superfície, visto que BL elevada pode suprimir a produção de compostos voláteis (Loughrin e Kasperbauer, 2001; 2003).

Do mesmo modo, os regimes hídricos também influenciaram no teor de óleos essenciais nas folhas de manjerição nesse estudo. Plantas submetidas ao regime de reposição de 100% da ETc produzem mais óleo em relação aos regimes de 75 e 50% da ETc (Figura 3B). Esse resultado contrasta o relatado por Marques et al. (2010), de que regimes hídricos não interferiram no teor de óleo essencial nas folhas de manjerição.

4.6 Análise de componentes principais

A análise de componentes principais (PCA) indica dois principais grupos responsáveis pelas variações dos dados dessa pesquisa (figura 5). De acordo com a figura 5, os tratamentos e as variáveis podem ser agrupados em duas dimensões, a Dim1 (89,6%) e Dim2 (6%). A Dim1 tem grande destaque, pois agrega a maior variação das correlações.

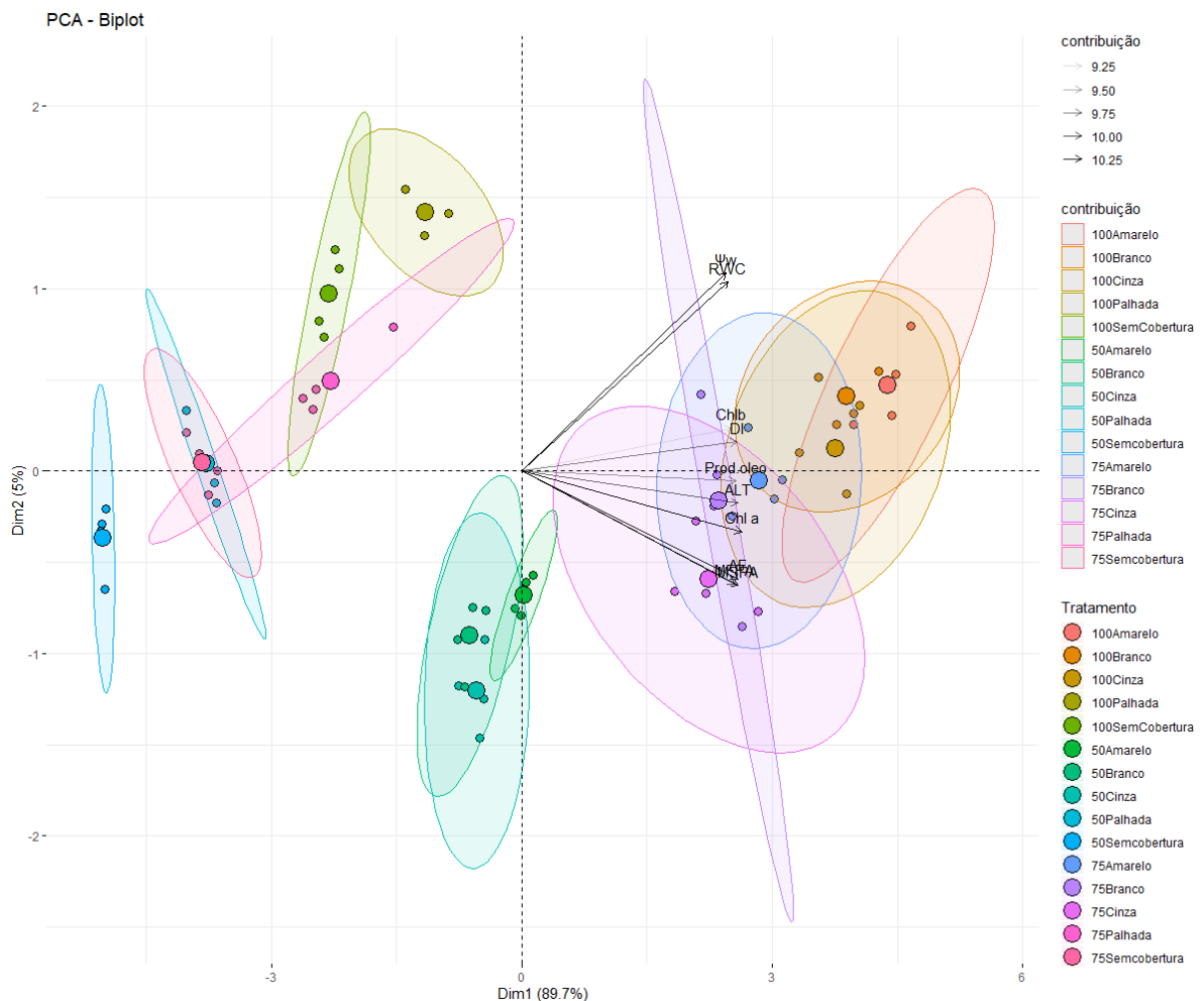


Figura 5. Biplot. Análise de componentes principais. As setas indicam as variáveis e as elipses os tratamentos estudados.

As setas indicam a relação das variáveis nas dimensões e entre as próprias variáveis. Percebe-se que o RWC%, potencial hídrico, altura, diâmetro de caule, área foliar, massa fresca, massa seca e produção de óleo estão concentradas na Dim1, umas sendo mais influentes que as outras, mas todos correlacionadas positivamente com essa dimensão. Além disso, as setas indicam algumas relações proporcionais

entre as variáveis, como por exemplo, MFPA / MSPA e RWC% / Ψ_w apresentaram ser parâmetros diretamente proporcionais.

Essas dependências entre as variáveis estão de acordo com esse estudo, visto que plantas que produziram mais MFPA também produziram mais MSPA. Igualmente, plantas com maior potencial hídrico apresentaram alto conteúdo relativo à água.

Na dim1, o tratamento mais influente é o de 100% da ETm combinado com o mulching de superfície amarela. Plantas submetidas a esse tratamento apresentaram maior potencial hídrico conteúdo relativo de água, MFPA, MSPA e produção de óleo. O tratamento menos influente foi o de reposição de 50% da ETm sem o uso de cobertura, nessa condição as plantas de manjerição tiveram valores baixos para as variáveis que tem forte contribuição na Dim1.

5. CONCLUSÕES

Nesse estudo observou-se as respostas de plantas de manjerição ao uso da irrigação associada a cobertura de solo. Os resultados mostraram que as coberturas de plásticas mantiveram a água no perfil do solo, isso desencadeou a melhora do status hídrico das plantas, aumento no conteúdo de clorofila, refletindo na morfologia e produtividade de massa fresca, massa seca e teor de óleo essencial.

De acordo com a PCA, os dados dessa pesquisa podem ser resumidos em dois grupos, Dim1 e Dim2, sendo o primeiro responsável por mais de 89% da correlação dos dados. A cobertura de coloração amarela obteve destaque devido as melhores médias em todas as variáveis apresentadas neste estudo. Logo, essa cobertura associada ao regime hídrico de 100% da ETc esteve em evidência na análise de PCA.

Esse efeito está diretamente relacionado as mudanças que as coberturas provocam no ambiente de cultivo, por meio de modificações na luminosidade e temperatura, tornando-as mais apropriadas para a localidade.

6. REFERÊNCIAS

- Abdrabbo MAA, Saleh SM, Hashem FA (2017) Eggplant production under deficit irrigation and polyethylene mulch. **Egyptian Journal of Applied Science**, 32(7): 148-161.
- Ahmed M, Baiyeri KP, Echezona BC (2013) Effect of coloured polyethylene mulch and harvesting stage on growth and yield of industrial sugarcane in Nigeria. **African Journal of Biotechnology** 12: 1078–1083.
- Akhtar K, Wang WY, Khan A, Ren GX, Afridi MZ, Feng YZ, Yang GH (2019) Wheat straw mulching offset soil moisture deficient for improving physiological and growth performance of summer sown soybean. **Agricultural Water Management** 211: 16–25.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998) Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 328p. (FAO Irrigation and Drainage Papers, 56).
- Barreiros ALB, David MD, David JP (2006) Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Revista Química Nova** 29: 113-123.
- Barros NA, Assis AVR, Mendes MF (2014) Extração do óleo de manjerição usando fluido supercrítico: análise experimental e matemática. **Ciência Rural** 44(8): 1499-1505.
- 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 manjerição e alfavaca. **Horticultura Brasileira** 22:113-116.
- Blank AF, Silva PA, Arrigoni-Blank MF, Silva-Mann R, Barreto MCV (2005) Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjerição e alfavaca. **Revista Ciência Agronômica** 42(2):175-180.
- Bradburne JA, Kasperbauer MJ, Mathis JN (1989) Reflected far-red light effects on chlorophyll and lightharvesting chlorophyll protein (LHC-II) contents under field conditions. **Plant Physiology** 91: 800–803.

Canini GB (2012) **Caracterização anatômica e composição química do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum spp.*)**. 111f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de Brasília.

Carvalho JSB, Silva JPR, Batista RCM (2020) Uso do ácido salicílico como atenuador aos efeitos do déficit hídrico em plantas de manjeriço. **Diversitas jornal** 5 (3) 1561-1574.

Castro LS, Hurtado DAV, Silva AA, Nobre DAC, Silva GH, Macedo WR (2022) Physiological and metabolic alterations in basil (*Ocimum basilicum* L.) varieties under distinct soil water levels. **Boletín latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas** 21 (1): 94 – 107.

Chang X, Alderson PG, Wright CJ (2005) Effects of temperature of integration on the growth and volatile oil content of Basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology** 80(5): 593-598,

CEPAGRI. Clima dos municípios paulistas. Disponível em:< http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_279.html>. Acesso em: 18 jun 2020.

Corrêa AFF, Ranzani G, Ferreira LGR (1987) Relações entre o déficit hídrico e alguns processos fisiológicos e bioquímicos em quatro clones de seringueira. **Acta Amazonica** 16/17: 3 - 12.

Da Silva ARA, Bezerra FML, De Lacerda CF, De Sousa CHC, Chagas KL (2017) Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agroambiente On-line**, 10(4): 317-325.

Decoteau DR, Kasperbeauer MJ, Hunt PG (1989) Mulch surface affects yield of fresh market tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 114: 216- 224.

Deschamps SS, Whitaker VM, Agehara S (2019) White-striped plastic mulch reduces root-zone temperatures during establishment and increases early season yields of annual winter strawberry. **Scientia Horticulturae** 243: 602–608.

Dias IJ, Trajano ERIS, Castro RD, Ferreira GLS, Medeiros HCM, Gomes DQC (2018) Antifungal activity of linalool in cases of *Candida* spp. isolated from individuals with oral candidiasis. **Brazilian Journal of Biology** 78(2): 368-374.

Duarte ALM (2012) Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa & Tecnologia** 9(2): 1-6.

Egert M, Tevini M (2002) Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). **Environmental and Experimental Botany** 48: 43 - 49.

El-Dolify MM, Abdrabbo MA, Abou El-yazied A, Ideeb ME (2016). Effect of using soil conditioners on tomato yield and water use efficiency. **The Journal of Agricultural Science** 24(1):195-204.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) (2006) Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa. 306 p.

EMBRAPA. Pereira RCA, Moreira ALM (2011) **Manjericão: Cultivo e Utilização**. ISSN 2179-8184.

Ereno D (2006) Perfume de manjericão. **Revista Fapesp** 12: 25-28.

Fan Y. et al. (2017) Plastic mulch decreases available energy and evapotranspiration and improves yield and water use efficiency in an irrigated maize cropland. **Agricultural Water Management** 179: 122-131.

Farrag K, Abdrabbo MAA, Hegab SAM (2016). Growth and Productivity of Potato under Different Irrigation Levels and Mulch Types in the North West of the Nile Delta, Egypt. **Middle East Journal of Applied Sciences** 6 : 774-786

Fernandes PC, Facanali R, Teixeira JPF, Furlani PR, Marques MOM (2004) Cultivo de manjericão em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** 22(2): 260-264.

Ferreira ICPV et al. (2013) Cobertura morta e adubação orgânica na produção de alface e supressão de plantas daninhas. **Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 4, p. 582-588.

Filipov, F (2013) The effect of the drip irrigation and plastic mulch on the compaction of greenhouses soil Recent Adv.in Energy, Env. and Geology. ISBN 978-960-474-338-4.

Fortnum BA, Decoteau DR, Kasperbauer MJ (1997) Colored Mulches Affect Yield of Fresh-market Tomato Infected with *Meloidogyne incognita*. **Journal of Nematology** 29: 538-546.

Fraikin GYA, Strakhovskaya MG, Rubin AB (2013) Biological photoreceptors of light dependent regulatory processes. **Biochemistry** 78: 1238-1253.

Galvao VC, Fankhauser C (2015) Sensing the light environment in plants: photoreceptors and early signaling steps. **Current Opinion in Neurology** 34: 46-53.

Giancotti PRF, Machado MH, Yamauti MS (2010) Período total de prevenção a interferência das plantas daninhas na cultura da alface cultivar Solaris. Seminário: Ciências Agrárias 31: 1299-1304.

Gholamhoseini M, Dolatabadian A, Habibzadeh F (2019) Ridge-furrow planting system and wheat straw mulching effects on dryland sunflower yield, soil temperature, and moisture. **Agronomy Journal** 111: 3383–3392.

González L, González-Vilar M (2001) Determination of relative water content, in Reigosa, M. J. (ed.): Handbook of plant ecophysiology techniques. Dordrecht: Kluwer Academic, p. 207–212.

Guzmán, SM (2020) Fabric mulch groundcovers save water. Citrus industry, Newberry. Disponível em: <<https://citrusindustry.net/2020/04/14/fabric-mulchgroundcovers-save-water/>>. Acesso em 20 set 2021.

Haque MA, Jahiruddin M, Clarke D (2018) Effect of plastic mulch on crop yield and land degradation in south coastal saline soils of Bangladesh. **International Soil Water Conservation Research** 6: 317–324.

Jahan MS, Sarkar DM, Chakraborty R, Solaiman AHM, Akter A, Sheng SHU, Shirong GUO (2018) Impacts of plastic filming on growth environment, yield parameters and quality attributes of lettuce. **Notulae Scientia Biologicae** 10(4): 522-529.

Johkan M, Shoji K, Goto F, Hahida S, Yoshihara T (2010) Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. **HortScience** 45: 1809-1814.

José JV (2014) **Adubação potássica e lâminas de irrigação na produção de biomassa e óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 163f. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba.

Keller J, Karmeli D (1975). **Trickle Irrigation Design parameters Rainbird Sprinkler Manufacturing Corporation**. Glendora: California, 133 p.

Kishore G, Babu BM, Kandpal K, Satishkumar U, Ayyangowdar MS (2018) Effect of plastic mulching and irrigation levels on plant growth parameters of tomato crop (*Solanum lycopersicum*). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry** 7(5): 3059-3064.

Kosterna E (2014) The effect of covering and mulching on the soil temperature, growth and yield of tomato. **Folia Horticulturae** 26: 91–101.

Li Y, Chai S, Chai Y, Li R, Lan X, Ma J, Chang L (2021) Effects of mulching on soil temperature and yield of winter wheat in the semiarid rainfed area. **Field Crops Research** 271: 108-244.

Loughrin JH, Kasperbauer MJ (2001) Effect of Colored Mulch on Basil Aroma and Phenol Content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** Vol. 49, No. 3.

Loughrin JH, Kasperbauer MJ (2003) Aroma Content of Fresh Basil (*Ocimum basilicum* L.) Leaves Is Affected by Light Reflected from Colored Mulches. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Vol. 51, No. 8.

Lorenzi M, Matos FJA (2002) Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**. 512 p.

Liang YC, Hu F, Shen QR, Lu SH, Wu LH, Zhang FS (2000) An overview of rice cultivation on plastic film mulched dryland. In: Studies on Plant Nutrition Progress and Overview. **China Agricultural University Press**, Beijing, p. 114–127.

Lichtenthaler HK, Wellburn AR (1983) Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. **Biochemical Society Transactions** 603: 591–592.

Luz JMQ, Morais TPS, Blank AF, Oliveira GS (2009) Content, yield and chemical composition of essential oil of basil in poultry litter doses. **Horticultura Brasileira** 27: 39-353.

Mahdavia H, Rezaei-Chiyaneh E, Rahimi A, Mohammadkhani N (2019). Effects of fertilizer treatments on antioxidant activities and physiological traits of basil (*Ocimum basilicum* L.) under water limitation conditions. **Journal of Medicinal plants and By-product**. 8(2): 143-151.

Mantovani EC, Bernardo S, Palaretti LF (2009) **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. Minas Gerais: UFV, 355 p.

Marouelli WA, Freitas VMT, Costa Júnior AD (2010) **Guia prático para uso do Irrigas® na produção de hortaliças**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Hortaliças Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: DF.

Marques PAA, José JV, Rocha HS, Fraga Júnior EF, Soares DA, Duarte SN (2015) Consumo hídrico do manjeriço por meio de lisímetro de drenagem. **Irriga**, 20(4): 745-761.

Marques PAA, Pravuschi PR, Rigolin BHM, Santos ACP (2010) Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum**. Agronomia, 32 (4). doi: 10.4025 / actasciagron.v32i4.3160.

Martins IP. (2016) **Crescimento e consumo de água por manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) sob diferentes regimes hídricos**. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do solo) - Universidade Estadual Paulista, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP.

Martins IP, Faria RT, Palaretti LF, Santos MG, Fischer Filho JA (2019) Evapotranspiration and crop coefficient of basil determined by weighing lysimeters. **Horticultura Brasileira** 37: 373-378.

Mawphlang OIL, Kharshiing EV (2017) Photoreceptor mediated plant growth responses: Implications for photoreceptor engineering toward improved performance in crops. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, 1181p.

Metcalf CR, Chalk L (1983) Anatomy of the dicotyledons. 2.ed. **Oxford: Clarendon Press**.

Medany MA, Abdrabbo MAA, Awany AA, Hassanien MK, Abou-Hadid AF (2009) Growth and productivity of mango grown under greenhouse conditions. **Horticulture Journal** 36: 373-382

Mutetwa M, Mtaita T (2014) Effects of mulching and fertilizer sources on growth and Yield of onion. **Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences** 2: 102–106

Mendonça SR, Ávila MCR, Vital RG, Evangelista ZR, Pontes N, De C, Nascimento A, Dos R (2021) The effect of different mulching on tomato development and yield. **Scientia Horticulturae**, 275, 109657. doi:10.1016/j.scienta.2020.109657.

Minami K, Suguino E, Mello SC, Watanabe AT (2007) A cultura do manjeriço: **Série produtor rural- no 36**. ESALQ, Piracicaba. Disponível em: <<http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/publicacao-es-a-venda/pdf/SPR36.pdf>>.

Morales MR, Simon JE (1996) New basil selections with compact inflorescences for the ornamental market. In: **Journal Janick (ed.)**, Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA. p.543-546.

Munner S, Kim JH, Shin MH, Cha GH, Kim HL, Ban T, Kumarihami PC, Kim SH, Jeong G, Kim JG (2019). Reflective plastic film mulches enhance light intensity, floral induction, and bioactive compounds in ‘O’Neal’ southern highbush blueberry. **Scientia Horticulturae** 246: 448–452

Novello PFAM, Bonacina C, Stracieri J, Campos CF de AA, Gonçalves JE, Gazim ZC, Souza SGH de (2020) O déficit de água induz mudanças no crescimento, no metabolismo oxidativo e na biossíntese dos fenilpropanóides em *Ocimum basilicum* L. **Research, Society and Development** , [S. l.] , v. 9, n. 11, pág. e74591110590, 2020.

DOI: 10.33448 / rsd-v9i11.10590. Disponível em<
<https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10590>>. Acesso em: 3 jan. 2022.

Oliveira RSV, Salomão LC, Morgado HS, Sousa CM, Oliveira HFE (2020) Growth and production of basil under different luminosity and water replacement levels. **Horticultura Brasileira** 38: 324-328.

Ono E, Rodrigues JD, Barreiro AP, Marques MOM (2011) Yield and composition of the essential oil of basil on plant growth regulators application. **Journal of Essential Oil Research** 23(2): 17-22.

Onwuka B, Mang B (2018) Effects of soil temperature on some soil properties and plant growth. **Advances in Plants & Agriculture Research** 8(1): 34.

Paulus D, Valmorbida R, Ferreira SB, Zorzzi IC, Nava GA (2016) Biomassa e composição do óleo essencial de manjeriço cultivado sob malhas fotoconversoras e colhido em diferentes épocas. **Horticultura Brasileira** 34: 046-053.

Pravuschi PR, Marques PAA, Rigolin BHM, Santos ACP (2010) Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum Agronomy** 32(4): 687- 693.

Radácsi R, Inotai K, Sározi S, Bernáth J, Németh E. 2010. Effect of water supply on the physiological characteristic and production of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Eur J Horticult Sci* 75: 193 - 197.

Raij B van (1991) Fertilidade do solo e adubação. Ed. Ceres, Piracicaba, POTAFOS, 343p.

Rasyid B, Oda M, Omae H (2018) Soil water retention and plant growth response on the soil affected by continuous organic matter and plastic mulch application. **E&ES**, v. 157, n. 1, p. 012008.

Rezende RF (2010) **Produção de biomassa e óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em diferentes épocas, ambientes de cultivo e tipos de adubação**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias, Uberlândia, MG.

- Sarkar MD, Solaiman AHM, Jahan MS, Rojoni RN, Kabir K, Hasanuzzaman M (2019) Soil parameters, onion growth, physiology, biochemical and mineral nutrient composition in response to colored polythene film mulches. **Annals of Agricultural Sciences**. doi:10.1016/j.aoas.2019.05.003.
- Sarala M, Tahkokorpi M, Niinimaa A, Laine K, Taulavuori E, Taulavuori K (2013) Street lamp light does not delay autumnal leaf colouration of *Betula pendula*. **Trees** 27(4): 1193–1199.
- Sarala M, Taulavuori E, Karhu J, Laine K, Savonen EM, Taulavuori K (2009) Improved elongation of Scots pine seedlings under blue light depletion is not dependent on resource acquisition. **Functional Plant Biology** 36: 742-751.
- Sarala M, Taulavuori K, Taulavuori E, Karhu J, Laine K (2007) Elongation of Scots pine seedlings under blue light depletion is independent of etiolation. **Environmental and Experimental Botany** 60: 340 – 343.
- Shah Jahan M, Sarkar MD, Chakraborty R, Muhammad Solaiman AH, Akter A, Shu S, Guo S (2018) Impacts of Plastic Filming on Growth Environment, Yield Parameters and Quality Attributes of Lettuce. **Notulae Scientia Biologicae** 10(4):522-529.
- Shiukhy S, Raeini-Sarjaz M, Chalavi V (2015) Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. **International Journal of Biometeorology** 59: 1061–1066.
- Silveira PM, Stone LF (2001) **Irrigação do Feijoeiro**. Embrapa: Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 230p.
- Sullivan JÁ, Deng XW (2003) From seed to seed: the role of photoreceptors in *Arabidopsis* development. **Developmental Biology** 260: 289–297.
- Taiz L, Zeiger E (2013) *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed. 918 p.
- Tarara JM (2000) Microclimate modification with plastic mulch. **HortScience**, v. 35, n. 2,p. 222-228.
- Tian Y, Su DR, Li FM, Li XL (2003) Effect of rainwater harvesting with ridge and furrow on yield of potato in semiarid areas. **Field Crops Research** 84: 385–391.

- Torres I, Sánchez MT, Benlloch-González M, Pérez-marín D (2019) Irrigation decision support based on leaf relative water content determination in olive grove using near infrared spectroscopy. **Biosystems Engineering** 180: 50–58. doi:10.1016/j.biosystemseng.2019.
- Trentini AMM, Teske M (2001) Herbarium compêndio de fitoterapia, 4 ed. Curitiba: Herbarium: Laboratório de Botânica.
- Turner NC (1981) Technique and experimental approaches for the measurement of plant water status. **Plant and Soil**, v.58, p.339-366.
- Wang QJ, Horton R, Shao MA (2003) Algebraic model for one-dimensional infiltration and soil water distribution. **Soil Science** 168: 671–676.
- Wang F, Wang Z, Zhang J, Li W (2019) Combined effect of different amounts of irrigation and mulch films on physiological indexes and yield of drip-irrigated maize (*Zea mays* L.). **Water** 11: 1–15
- Wilson DJ, Jefferies RL (1996) Nitrogen mineralization, plant growth and goose herbivory in an arctic coastal ecosystem. **Journal of Ecology** 85: 841–851.
- Xiukang W, Zhanbina L, Yingying X (2015) Effects of mulching and nitrogen on soil temperature, water content, nitrate-N content and maize yield in the Loess Plateau of China. **Agricultural Water Management** 161: 53-64.
- Yamamoto PY (2006) **Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.)**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical/ Melhoramento Genético Vegetal) - Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas.
- Zangoueinejad R, Kazemeini SA, Ghadiri H, Javanmardi J (2018) Effects of nonliving mulches and metribuzin on yield and yield components of tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. CH). **Iran Agricultural Research** 37: 43–48
- Zhao H, Wang RY, Ma BL, Xiong YC, Qiang SC, Wang CL (2014) Ridge-furrow with full plastic film mulching improves water use efficiency and tuber yields of potato in a semiarid rainfed ecosystem. **Field Crop Research** 161: 137–148.

Zhang, F., Zhang, W., Qi, J., Li, F.M., 2018. A regional evaluation of plastic film mulching for improving crop yields on the Loess Plateau of China. **Agricultural and Forest Meteorology** 248: 458–468.

Zheng W, Wen M, Zhao Z, Liu J, Wang Z, Zhai B, Li Z (2017) Black plastic mulch combined with summer cover crop increases the yield and water use efficiency of apple tree on the rainfed Loess Plateau. **PloS ONE** v.12, n.9, e0185705.