

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E QUALIDADE DE ECOSSISTEMAS
CURSO DE MESTRADO**

**QUALIDADE DE LUZ E DOSES DE FÓSFORO
NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MANJERICÃO
(*Ocimum basilicum* L.).**

MARIA ELISA FALCÃO DE OLIVEIRA

CRUZ DAS ALMAS- BAHIA

FEVEREIRO/2014

QUALIDADE DE LUZ E DOSES DE FÓSFORO
NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE MANJERICÃO (*Ocimum
basilicum* L.).

MARIA ELISA FALCÃO DE OLIVEIRA

Engenheira Agrônoma
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA – UFRB, 2011.

Dissertação submetida ao Colegiado de
Curso do Programa de Pós-Graduação
em Solos e Qualidade de Ecossistemas
da Universidade Federal do Recôncavo
da Bahia, como requisito parcial para
obtenção do Grau de Mestre em Solos
e Qualidade de Ecossistemas, Área de
concentração: Nutrição Mineral de
Plantas.

ORIENTADOR: PROF^o. DR. ANACLETO RANULFO DOS SANTOS

CO-ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. GIRLENE SANTOS DE SOUZA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM SOLOS E QUALIDADE DE ECOSSISTEMAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

O48q

Oliveira, Maria Elisa Falcão de.

Qualidade de luz modificada e doses de fósforo no crescimento de plantas de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) / Maria Elisa Falcão de Oliveira. – Cruz das Almas, BA, 2014.

68f.; il.

Orientador: Anacleto Ranulfo dos Santos.

Coorientadora: Girlene Santos de Souza.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Manjerição – Plantas medicinais. 2.Manjerição – Adubação. 3.Crescimento – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 633.88

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E QUALIDADE DE ECOSISTEMAS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MARIA ELISA FALCÃO DE OLIVEIRA**

Prof. Dr. Anacleto Ranulfo dos Santos
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB
(Orientador)

Prof. Dr. Manoel Teixeira Cardoso Neto
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

Prof. Dr. Daniel Melo de Castro
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Solos e Qualidade de ecossistemas em
Conferindo o Grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas em.....

Desistir dos sonhos é abrir mão da felicidade porque
quem não persegue seus objetivos
esta condenado a fracassar 100% das vezes.

Augusto Cury

Aos meus pais Jones e Ana e aos
meus irmãos Pedro Henrique e Joanna

Dedico

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço ao grande arquiteto do universo, ao meu fiel amigo, o meu Deus, que esta presente em todos os momentos de minha vida, guiando minha mente, iluminando meus caminhos, me dando forças e sabedoria para concretizar meus sonhos.

Meus pais, Jones e Ana e meus queridos e amados irmãos, Pedro Henrique e Joanna, que são a minha base, minha família, que nunca deixaram de acreditar em mim, que a todo o momento me ajudam e me incentivam.

Ao meu orientador, professor Anacleto Ranulfo dos Santos, pelo conhecimento compartilhado, pelos conselhos e amizade, pela orientação, por acreditar em mim não deixando desanimar ou desistir desse sonho,

A minha co-orientadora Girlene dos Santos, pela ajuda incondicional na minha pesquisa.

Aos colegas do laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Aglair, Fábio, Vanuze, Jain, Uasley, Aline, Raquel, Janderson, Cláudia e Roberto pelo conhecimento compartilhado, pelas alegrias e risadas diárias. Em especial agradeço ao amigo- irmão que ganhei nesses dois anos de pós graduação, Ricardo Miranda, sem você tudo seria mais difícil, obrigada por tudo Rick.

Ao colega e aluno de graduação em Licenciatura em Biologia Gabriel Ferreira, pelo auxílio e dedicação do seu tempo ao meu trabalho.

A Thomaz Pithon, pelo apoio do começo ao fim, pelo incentivo diário.

A Edinéia Lima Amorim, que sempre esteve ao meu lado me colocando pra frente e não deixando eu me desanimar, pelas madrugadas de estudos e discussões de artigos.

A Amábili, pela amizade sincera e apoio incondicional.

A Ronaldo Pedreira e Flávia Moreira, pela cumplicidade, pelos conselhos e pela amizade

Aos meus amigos e colegas do programa de Solos e Qualidade de Ecossistemas: Emylly, Marcos, Sérgio, Gerlange, Éder, Nafez, Carol, Katia, Taíza, Vanuze, Dryelle, Tamara, Maria Higina, obrigada pelos momentos de conhecimento e alegria compartilhados.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Aos professores do programa de pós graduação, em especial, Carlos Ledo, Elvis Lima Vieira, José Fernandes, Luciano Santos e Jorge Gonzaga.

SUMÁRIO

Página

RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	1

Capítulo 1

ADUBAÇÃO FOSFATADA DE QUALIDADE DE LUZ NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO MANJERICÃO.....	7
---	---

Capítulo 2

QUALIDADE DE LUZ E DOSES DE FÓSFORO NO RENDIMENTO, TEOR, CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL E ASPECTOS ANATÔMICOS DA CULTURA DO MANJERICÃO.....	42
---	----

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
---------------------------	----

QUALIDADE DE LUZ E DOSES DE FÓSFORO NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE MANJERICÃO (*OCIMUM BASILICUM* L.).

Autora: Maria Elisa Falcão de Oliveira

Orientador: Prof. Anacleto Ranulfo dos Santos

Resumo: O manjericão (*Ocimum basilicum*. L), pertencente à família Lamiaceae, é uma planta anual ou perene, dependendo do local em que é cultivado. Ao se considerar o cultivo de plantas medicinais, faz-se necessário associar a produção de biomassa à qualidade da planta enquanto matéria-prima, para a fabricação de medicamentos fitoterápicos. Nesse sentido, é preciso almejar uma produtividade ótima, o que pode ser corroborado por meio do estudo da interferência de fatores que influenciam esses caracteres, como a disponibilidade de nutrientes e a intensidade luminosa. O fósforo é o elemento que mais frequentemente limita a produção nas regiões subtropicais e tropicais e por isso o mais fornecido como adubo. As malhas coloridas têm como objetivo combinar a proteção física juntamente com a filtragem diferencial da radiação solar, para promover as plantas respostas fisiológicas desejáveis, reguladas pela luz. O objetivo no trabalho foi avaliar a influencia de diferentes dosagens de adubação fosfatada e qualidade de luz no desenvolvimento e produção de óleo essência e características anatômicas da cultura do manjericão. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 3 , sendo os tratamentos: 0, 50; 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em condições de luminosidade: azul, vermelho e pleno sol, com cinco repetições. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa Sisvar, realizando o estudo de regressão e o teste de Tukey a 5% de probabilidade. A interação entre as doses de fósforo e a qualidade de luz foi significativa para a maioria das variáveis observadas, gerando incrementos nos índices de desenvolvimento fisiológicos, teor, rendimento do óleo essencial e modificação na estrutura anatômica das plantas.

Palavras-chave: malhas coloridas, adubação mineral, plantas medicinais.

QUALITY OF LIGHT AND PHOSPHORUS CONCENTRATIONS IN THE DEVELOPMENT OF BASIL'S PLANTS (*OCIMUM BASILICUM L.*).

Authoress: Maria Elisa Falcão de Oliveira

Adviser: Prof. Anacleto Ranulfo dos Santos

Abstract: Basil (*Ocimum basilicum L.*), belongs to the Lamiaceae family, is an annual or perennial plant, depending on where it is grown. When considering the cultivation of medicinal plants, it is necessary to associate the production of quality plant biomass as a raw material for the manufacture of herbal medicines. In this sense, we must strive towards optimum productivity, which can be corroborated by studying the interference of factors that influence these characters, such as the availability of nutrients and light intensity. Phosphorus is the element that most often limits production in subtropical and tropical regions and therefore the longer supplied as fertilizer. The colored nets aims to combine the physical protection along with differential filtering of solar radiation, to promote desirable plant physiological responses, regulated by light. The objective of this study was to evaluate the effects of different dosages of phosphate fertilizer and light quality in the development and production of essential oil and anatomical structure of basil crop. The experimental design was a randomized block in factorial 4 x 3, with the treatments: 0, 50, 100 and 200 kg ha⁻¹ of P₂O₅ in lighting conditions: blue, red and full sun, with five replicates. The Sisvar program was used for statistical analyzes, involving the study of regression and Tukey test at 5 % probability. The interaction between phosphorus levels and light quality was significant for most of the observed variables, generating increases in indices of physiological development, content, essential oil yield and modification in the anatomical structure of plants.

Keywords: colored nets, mineral fertilizer, medicinal plants.

INTRODUÇÃO

É crescente a utilização e a demanda de produtos naturais, em todo o mundo, especialmente devido aos problemas que são atribuídos a inúmeros produtos sintéticos tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente (BANDONI; CZEPAK, 2008). O interesse acadêmico a respeito do conhecimento de plantas medicinais tem crescido após a constatação de que a base empírica desenvolvida ao longo dos séculos pode em muitos casos ter uma comprovação científica que possibilitaria atender ao binômio segurança e eficácia exigida pelos órgãos de controle de medicamentos (Montanari, 2001; Silveira et al., 2008).

As plantas medicinais e condimentares são utilizadas desde o início da história da humanidade para saborizar comidas e bebidas, perfumar outros indivíduos e controlar problemas sanitários, contribuindo também para a comunicação entre os indivíduos e influenciando o bem-estar dos seres humanos e animais, demonstrando assim uma antiga tradição sociocultural e socioeconômica da utilização destes produtos (FRANZ, 2010).

O cultivo de plantas medicinais, em especial no semiárido e no recôncavo baiano, tem-se mostrado uma forma de complemento na geração de renda com a comercialização de biomassa para chás, fitoterápicos e óleos essenciais, tanto no comércio interno, como externo, além de absorver a mão de obra familiar rural e garantir uma boa remuneração para os agricultores.

Dentre os produtos naturais empregados em abordagens terapêuticas, os óleos essenciais (OE) são os mais usados frequentemente. Os óleos essenciais são compostos naturais, voláteis e complexos, caracterizado por um forte odor sendo sintetizados por plantas aromáticas durante o metabolismo secundário e normalmente extraídos de plantas encontradas em países quentes, onde representam parte importante da farmacopéia tradicional. As propriedades farmacológicas atribuídas aos óleos essenciais são diversas e algumas são preconizadas por apresentarem vantagens importantes, quando comparadas a outros medicamentos, como, por exemplo, a sua volatilidade, que os torna ideal para uso em nebulizações, banhos de imersão ou simplesmente em inalações. A volatilidade e baixo peso molecular de seus componentes possibilita que sejam rapidamente eliminados do organismo através das vias metabólicas (BANDONI; CZEPAK, 2008).

Os óleos essenciais apresentam diferentes propriedades biológicas, como a ação larvicida (RAJKUMAR et al., 2010), antioxidante, podem funcionar como analgésicos e anti-inflamatório, fungicida. Outro aspecto importante, quanto ao uso dos óleos

essenciais, refere-se à forma de obtenção. Estes podem ser extraídos através de inúmeras técnicas e suas propriedades dependem do tipo de extração. Os métodos mais utilizados são: extração por arraste a vapor, hidrodestilação, prensagem a frio, extração por solventes orgânicos, extração por alta pressão e extração por CO₂ supercrítico (OKOH et al., 2010).

Dentre as plantas medicinais pertencentes ao grupo das Laminaceae, o manjeriço, (*Ocimum basilicum* L.), se destaca, pois é considerada uma espécie de interesse econômico, já que seus óleos essenciais possuem uma substância denominada linalol, esta apresenta importância comercial, principalmente nas indústrias de perfumaria, cosméticos, alimentícia e de produtos farmacêuticos.

O manjeriço é uma planta anual ou perene, dependendo do local em que é cultivado. Essa espécie é comercialmente cultivada para utilização de suas folhas verdes e aromáticas, as quais são usadas frescas ou secas como aromatizante ou tempero. No Brasil, o manjeriço é cultivado principalmente por pequenos produtores rurais para a comercialização da planta como condimento (TEIXEIRA et al., 2002). Além do uso *in natura* o manjeriço é muito utilizado para a obtenção de óleo essencial, importante na indústria de perfumaria e na aromatização de alimentos e bebidas (MAROTTI et al., 1996).

Ao se considerar o cultivo de plantas medicinais, faz-se necessário associar a produção de biomassa à qualidade da planta, enquanto matéria-prima, para a fabricação de medicamentos fitoterápicos. Nesse sentido, é preciso almejar uma produtividade ótima, não só de biomassa, mas nos teores de princípios ativos (REIS et al., 2003), o que pode ser corroborado por meio do estudo da interferência de fatores que influenciam esses caracteres, como a disponibilidade de nutrientes e a intensidade luminosa.

A luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por gerar sinais que regulam seu desenvolvimento. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade, aos quais uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001). As respostas morfofisiológicas das plantas não dependem apenas da presença, atenuação ou ausência da luz, mas também da qualidade espectral da radiação (TAIZ e ZEIGER, 2006).

O sol irradia energia, mas a atmosfera da Terra é transparente a apenas parte do infravermelho e do ultravioleta e a toda luz visível. As plantas só conseguem absorver energia luminosa a determinado comprimento de onda, ou seja, comprimentos de onda muito longos ou muito curtos não conseguem ser absorvidos pelos vegetais. A razão de

fotossíntese ativa esta compreendida no espectro de luz visível (400 a 700nm), radiação esta utilizada para as reações fotoquímicas e da fotossíntese.

As malhas fotoconversoras Chromatinet da empresa PolysacPlastic Industries® são unidas mais densamente para atingir o mesmo efeito de sombreamento (50%) e, de acordo com o fabricante, alteram o espectro de luz por elas transmitido. A malha azul transmite luz de uma banda larga em 470 nm (azul), além de outros picos na região do vermelho distante e infravermelho (acima de 750 nm), enquanto a malha vermelha possui uma maior transmitância em comprimentos de onda acima de 590 nm (vermelho) e um pico menor em torno de 400nm (violeta), reduzindo ondas azuis, verdes e amarelas (SOUZA, et al., 2011). Pesquisas revelaram que plantas crescidas sob malhas vermelhas apresentaram maior comprimento das ramificações e, sob malhas azuis, apresentaram menor tamanho em relação à malha preta (neutra) (OREN-SHAMIR, 2001; SHAHAK et al., 2004).

Entre os nutrientes, o fósforo merece destaque pela grande influência na produção de biomassa nas plantas. O fósforo é o elemento que mais freqüentemente limita a produção nas regiões subtropicais e tropicais e por isso o mais fornecido como adubo. As exigências de fósforo pelas plantas são relativamente pequenas, havendo assim, uma aparente desproporção entre as quantidades que devem ser fornecidas, e as realmente necessárias (MALAVOLTA,1976).

O fósforo é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas, sendo essencial para a boa formação dos frutos e incrementar a produção nas culturas (TAIZ e ZEIGER, 2006), além de contribuir também para o aumento da concentração de alcalóides e demais princípios ativos e seu déficit causa a redução da biomassa e, conseqüentemente das substâncias metabólicas. O baixo suprimento deste nutriente resulta na diminuição da área foliar, podendo interferir diretamente nas taxas fotossintéticas. Malavolta et al. ,1997, relatam que plantas mal nutridas em P apresentam acentuada redução do crescimento, atraso no florescimento e número reduzido de sementes, além de reduzir também o número de folhas.

O fósforo é considerado essencial, uma vez que satisfaz os dois critérios da essencialidade, diretamente por participar de compostos e reações vitais para as plantas, e indiretamente porque na sua ausência a planta não completa seu ciclo de vida, não podendo ser substituído por outros. Esse nutriente é absorvido predominantemente na forma iônica de $H_2PO_4^-$, sua acumulação nas células corticais da raiz é seguida pela transferência dentro desta até o xilema através do simplasto, chegando às folhas ou às

regiões de crescimento, sendo juntamente com o nitrogênio o elemento mais prontamente redistribuído (MALAVOLTA, 2006).

Entretanto, estudos agronômicos sobre a influência da adubação fosfatada e das malhas fotoconversoras em plantas medicinais ainda são escassos, assim, o estudo da influência das malhas fotoconversoras e da adubação fosfatada no crescimento, rendimento e composição do óleo essencial do manjeriço, visa oferecer aos produtores destas espécies alternativas mais eficientes para obter resultados significativamente mais econômicos na produção agronômica dessas plantas. As malhas exercem uma menor interferência sobre o microclima da planta, logo, são capazes de modificar tanto a quantidade como a qualidade da radiação solar transmitida favorecendo o desenvolvimento das plantas. Sendo assim a utilização de malhas fotoconversoras juntamente com uma adubação fosfata pode se tornar uma alternativa viável para a maior produção do manjeriço, aumentando assim o poder de funcionalidade das propriedades terapêuticas que são largamente utilizadas na medicina fitoterápica, na medicina popular e na culinária.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivos, avaliar o crescimento, teor, composição de óleo essencial e características anatômicas da cultura do manjeriço, sob a interação da adubação fosfatada e da qualidade de luz.

REFERÊNCIAS

ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BANDONI, A. L.; CZEPACK, M. P. **Os recursos vegetais aromáticos no Brasil**. Vitória: Edufes, 2008. 624p.

FRANZ, C. M. Essential oil research: past, present and future. **Flavour Fragrance Journal**, v. 25, p. 112-113, 2010. ISSN 1099-1026. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1983> >. Acesso em 01 de julho 2013.

MALAVOLTA, E. ; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola. Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p

MAROTTI, M., PICCAGLIA, R., GIOVANELLI, E. Differences in essential oil composition of Basil (*Ocimum basilicum* L.) italian cultivars related to morphological characteristics. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.44, n.12, p.3926-3929, 1996.

Montanari C.A, Bolzani V. S . Planejamento racional de fármacos baseado em Produtos Naturais. **Química Nova** v.24. p.105-111, 2001.

OKOH, O. O.; SADIMENKO, A. P.; AFOLAYAN, A. J. Comparative evaluation of the antibacterial activities of the essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. obtained by hydrodistillation and solvent free microwave extraction methods. **Food Chemistry**, v120, p. 308-312, 2010. ISSN 0308-8146.

OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E. E.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y. E.; SHAHAK, Y. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 76, n. 3, p. 353-361, 2001.

RAJKUMAR, S.; JEBANESAN, A. Chemical composition and larvicidal activity of leaf essential oil from *Clausenadentata* (Willd) M. Roam. (Rutaceae) against the chikungunya vector, *Aedes aegypti* Linn. (Diptera: Culicidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**. V 13, p 107-109, 2010. Disponível em: <http://resolver.scholarsportal.info/resolve/12268615/v13i0002/107_ccalaocvaalc> acesso dia, 23 de novembro de 2013.

REIS, M.S. et al. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In. SIMOES, C.M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p.45-74.

SHAHAK Y; GUSSAKOVSKY EE; GAL E; GANELEVIN R. Colornets: crop protection and light-quality manipulation in one technology. **Acta Horticulturae**, v. 659, p.143-151. 2004.

Silveira P.F, Bandeira MAM. Farmaco vigilância e reações adversas às plantas medicinais e fitoterápicos: uma realidade. **Revista Brasileira de Farmacognosia** Arrais PSD 2008 18: 618-626.

SOUZA, G. de S de; SILVA, J. dos S; SANTOS, A.R dos; GOMES, D.G; OLIVEIRA, U.C. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em alfavaca cultivada sob malhas coloridas e adubação fosfatada . **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, n.13; 2011 Pág. 296.

TAIZ L; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 2006. 719p.

TEIXEIRA, J.P.F.; MARQUES, M.O.M.; FURLANI, P.R.; FACANALLI, R. Essential oil contents in two cultivars of basil cultivated on NFT-hydroponics. IN: Proceedings of the First Latin-American Symposium on the Production of Medicinal, Aromatic and Condiments Plants. **Acta Horticulturae**, v.569, p.203-208, 2009.

WANNES, W. A. et al. Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n.5, p. 1362-1370, 2010. ISSN 0278-6915. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691510001511>>. Acesso em: 17 de novembro 2013.

CAPÍTULO 1

ADUBAÇÃO FOSFATADA E QUALIDADE DE LUZ DA NO CRESCIMENTO DA CULTURA DO MANJERICÃO.

ADUBAÇÃO FOSFATADA E QUALIDADE DE LUZ NO CRESCIMENTO DA CULTURA DO MANJERICÃO.

Autora: Maria Elisa Falcão de Oliveira

Orientador: Prof. Anacleto Ranulfo dos Santos

Resumo: Também denominada de alfavaca, alfavaca-cheirosa, ou manjericão comum, é a espécie da família Lamiaceae mais intensamente cultivada no Brasil, principalmente para a produção de biomassa seca e óleo essencial. Vários são os fatores que influenciam os processos fisiológicos das plantas como: temperatura, disponibilidade de água, fertilidade do solo, destacando entre eles a qualidade e quantidade de luz, pois afetam o crescimento e o desenvolvimento do vegetal. Malhas coloridas têm sido usadas para manipular a qualidade da luz no dossel da planta, visando proteger as plantas da radiação solar excessiva e perigos ambientais. O estado nutricional de uma planta pode ser influenciado por diversos fatores que determinam sua capacidade produtiva. O fósforo é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas e, em geral, incrementa a produção nas culturas. O baixo suprimento deste nutriente resulta na diminuição da área foliar, podendo interferir diretamente nas taxas fotossintéticas. O

objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento das plantas de manjeriço sob diferentes dosagens de adubação fosfata e qualidade de luz. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 3, sendo os tratamentos: 0, 50; 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em condições de luminosidade: azul, vermelho e pleno sol, com cinco repetições. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa Sisvar, realizando o estudo de regressão e o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Conclui-se que a interação das malhas fotoconversoras com a adubação fosfatada apresentou resultados satisfatórios no que diz respeito ao desenvolvimento das plantas de manjeriço.

Palavras- Chave: Nutrição de plantas, luminosidade, macronutriente.

PHOSPHATE FERTILIZER AND QUALITY OF LIGHT IN THE GROWTH OF BASIL CULTURE.

Authoress: Maria Elisa Falcão de Oliveira

Adviser: Prof. Anacleto Ranulfo dos Santos

Abstract: Also called sweet basil, basil - scented, or common basil, is the species of Lamiaceae more intensely cultivated in Brazil, mainly for the production of dry biomass and essential oil. There are several factors that influence the physiological processes of plants as temperature, water availability, soil fertility, highlighting among them the quality and quantity of light, because they affect the growth and development of the plant. Colored nets have been used to manipulate the quality of light in the plant canopy, to protect the plants from excessive solar radiation and environmental hazards. The nutritional status of a plant can be influenced by many factors that determine its productive capacity. Phosphorus is important for the formation of early reproductive parts and, in general, increases in crop production. The low supply of this nutrient results in decreased leaf area, which may directly interfere in photosynthetic rates. The objective of this study was to evaluate the development of basil plants under different dosages of phosphate fertilizer and quality of light. The experimental design was a randomized block in factorial 4 x 3 x 5, with the treatments: 0, 50, 100 and 200 kg ha⁻¹ of P₂O₅ in lighting conditions: blue, red and full sun , with five replicates. For statistical analyzes the Sisvar program was used, involving the study of regression and Tukey test at 5 % probability. Concluded that the

interaction of shading nets with phosphate fertilization, showed satisfactory results to the development of basil plants.

Keywords: plant nutrition, light, macronutrient.

INTRODUÇÃO

Aspectos Gerais da cultura do *Ocimum basilicum* L.

O manjeriço (*Ocimum basilicum*. L) é uma planta medicinal e aromática, originária da Índia. Também denominada de alfavaca, alfavaca-cheirosa, basílico ou manjeriço comum, é a espécie da família Lamiaceae mais intensamente cultivada no Brasil. Rodrigues et al. 2005, relatam que sua implantação no país se intensificou após a chegada de imigrantes italianos, sendo que para este público a planta faz parte de uma tradição culinária muito forte.

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, 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 facilitando hibridações, resultando em grande número de subespécies, variedades e formas (Blank, et al. 2004).

A espécie caracteriza-se por apresentar ciclo anual ou perene, dependendo do local onde é cultivado ou de acordo com as características agrônômicas observadas (Reis et al. 2007). Seu caule é ereto e ramificado e suas ramificações, podem atingir de 50 a 100 cm de altura (Mathias, 2010). Suas folhas possuem coloração variada, a partir de tons de verde ou roxo, podendo ser lisas ou onduladas. As flores são pequenas e dispostas em racemos eretos, geralmente em grupos de três, podendo assumir tons de branco, lilás ou vermelho.

O manjeriço de folhas verdes é o mais conhecido e cultivado, e as espécies mais raras e mais aromáticas são as de folhas avermelhadas (Simon, 1985; Mathias, 2010). Quanto ao clima, à 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. É sensível a geadas, sendo que a ocorrência da mesma em qualquer fase de desenvolvimento causa danos irreversíveis à planta (FAVORITO, 2011).

Importância da luz para as plantas

Vários são os fatores que influenciam os processos fisiológicos das plantas como: temperatura, concentração de CO₂, disponibilidade de água, fertilidade do solo, fatores genéticos, destacando entre eles a qualidade e quantidade de luz, pois esta afeta consideravelmente o crescimento e o desenvolvimento do vegetal.

De acordo com Larcher (2000), a luz é um dos fatores ambientais que influi no crescimento e desenvolvimento vegetal através da fotoestimulação de biossíntese de substâncias, do fototropismo, da fotomorfogênese ou do fotoperiodismo. A intensidade e a qualidade da luz são de significância considerável para o crescimento de plantas não apenas pela sua conversão em energia química no processo fotossintético, mas também para alguns efeitos morfogênicos, os quais podem ser observados pelas variações do tamanho de folhas, crescimento de caule e vigor, razão caule/raiz e no controle fotoperiódico do florescimento, entre outros. Além disso, a plasticidade adaptativa das espécies, associada ao acúmulo diferencial de biomassa depende do ajuste de sua maquinaria fotossintética e estão sujeitos às diferentes condições de radiação solar (WHATLEY e WHATLEY, 1982; ATTRIDGE, 1990).

As alterações na qualidade da luz incidente nas plantas estão relacionadas com o fato do desenvolvimento das plantas serem sensíveis às variações ambientais (ARIM & DENG, 1996), sendo que a intensidade e composição da luz incidente influenciam as plantas na taxa de crescimento celular, na acumulação e composição de pigmentação, na diferenciação dos plastídeos e em outras alterações fisiológicas dependentes da luz (ALMEIDA e MUNDSTOCK, 1998). A radiação fotossintética atua e os processos biológicos estão comprometidos no espectro de luz visível, a qual varia de 400 a 700 nm. A luz é emitida na forma de discretas unidades de energia, designadas de fótons ou quanta. Contudo, alguns pigmentos estão envolvidos na percepção dos sinais trazidos pela luz e

possuem seu pico de absorção em comprimentos de ondas abaixo de 400 nm e acima de 700 nm.

As respostas morfofisiológicas das plantas não dependem apenas da presença, da atenuação ou da ausência da luz, mas também da qualidade espectral da radiação (TAIZ e ZEIGER, 2004). A manipulação espectral da radiação natural tem sido realizada por meio de coberturas coloridas, as quais modificam especificamente a luz nas regiões espectrais no ultravioleta, no visível ou no vermelho-distante, aumentando a quantidade de luz difusa em seu interior (OREN-SHAMIRET al., 2001; SHAHAK et al., 2004).

Recentemente, malhas coloridas têm sido usadas para manipular a qualidade da luz no dossel da planta, visando proteger as plantas da radiação solar excessiva, perigos ambientais (ventos fortes, tempestades, etc.) ou insetos de maneira geral e variação no padrão de desenvolvimento das plantas (SHAHAK e GUSSAKOVSKY, 2004).

As malhas coloridas alteram o espectro da luz solar por elas transmitidas. A malha vermelha reduz as ondas azuis, verdes e amarelas e acrescenta ondas na região do vermelho e vermelho-distante, a azul reduz ondas na faixa do vermelho e vermelho-distante, acrescentando ondas azuis, enquanto que na malha cinza a distribuição da luminosidade é causada pela refração da luz direta através de cristais presentes na própria malha, que as convertem em singulares filtros de luz (POLYSACK, 2008).

A luz vermelha é importante para o desenvolvimento do aparato fotossintético das plantas por gerar incremento ao acúmulo de amido em várias espécies de plantas em virtude de inibir a translocação de fotossintatos para fora das folhas (SAEBO et al., 1995).

A fisiologia das plantas é bastante responsiva a influência da luz azul, sendo esta importante na formação da clorofila (SCHUERGER et al., 1997), no desenvolvimento dos cloroplastos, do fototropismo, da abertura estomática, da inibição do alongamento caulinar, da ativação de genes, e do movimento dos cloroplastos dentro da célula dentre outros (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Li (2006) relata que telas de coloração vermelha transferem a luz do espectro nas ondas vermelho e vermelho distante, difundindo-a através da malha, sendo eficiente no desenvolvimento da planta, ao passo que as de coloração azul proporcionam luz do espectro em comprimento de onda de 440-490 nm, intensificando o fototropismo e a fotossíntese (RODRIGUES et al., 2002).

Importância do elemento fósforo para as plantas

Em geral, as plantas medicinais têm ciclo curto, crescimento rápido e são colhidas em grandes quantidades, necessitando, portanto, de suplementação dos nutrientes (FURLANI, 2004), e seu fornecimento em dose adequada favorece o desenvolvimento do sistema radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes.

O estado nutricional de uma planta pode ser influenciado por diversos fatores que determinam sua capacidade produtiva. Para tanto, uma adubação equilibrada é a chave para a obtenção de plantas mais resistentes a pragas e doenças, e também com maiores teores fármacos, sem comprometer a produção de massa verde (MARTINS et al., 1998).

Neste sentido, o fósforo é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas, sendo essencial para a boa formação dos frutos e, em geral, incrementa a produção nas culturas (TAIZ e ZEIGER, 2006), além de contribuir também para o aumento da concentração de alcalóides e demais princípios ativos e seu déficit causa a redução da biomassa e, conseqüentemente das substâncias metabólicas. As plantas necessitam de um suprimento constante de fosfato durante todo o seu ciclo vital. Na época da frutificação as necessidades são atendidas, em parte, pelas mobilizações das reservas. As plantas absorvem o P da solução do solo nas formas de íons $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{2-} . Após a absorção, o P permanece na forma de fosfato.

O baixo suprimento deste nutriente resulta na diminuição da área foliar, podendo interferir diretamente nas taxas fotossintéticas. Malavolta et al (1997), relatam que plantas mal nutridas em P apresentam acentuada redução do crescimento, atraso no florescimento e número reduzido de sementes, além de reduzir também o número de folhas.

As plantas não conseguem aproveitar mais que 10% do fósforo total aplicado, pois nos solos tropicais ácidos, ricos em ferro e alumínio, ocorre a adsorção deste elemento. Por outro lado, o fósforo na planta estimula o crescimento das raízes, garantindo uma arrancada vigorosa (MALAVOLTA, 1989). Nos vegetais o fósforo não é reduzido, sendo utilizado apenas na sua forma completamente oxidada de ortofosfato (MARSCHNER, 1995). O fósforo é dos macronutrientes, aquele exigido em menor quantidade pelas plantas.

No presente trabalho o objetivo foi avaliar a influência de dosagens de adubação fosfatada e qualidade de luz no desenvolvimento da cultura do manjericão (*Ocimum basilicum* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado de dezembro de 2012 a abril de 2013, no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. As coordenadas geográficas são 39°06'26 latitude sul e 12°40'39" longitude oeste, com altitude de 226 metros. Segundo a classificação de Köppen o clima é do tipo tropical quente e úmido. A precipitação média é de 1224 mm por ano, a temperatura média anual é de 24,5°C, e a umidade relativa do ar é de aproximadamente 82%. O solo utilizado é classificado como LATOSSOLO AMARELO Álico coeso de acordo com o Sistema Brasileiro de classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

Inicialmente foi realizada uma amostragem da camada do solo de 0-20 cm a qual foi analisada quanto à composição química (Tabela 1). Não foram necessárias correções, pois no mesmo já havia sido realizada anteriormente.

Tabela 1- Análise química do solos utilizado para o cultivo do manjeriço na profundidade de 0-20 cm . Cruz das Almas-Bahia

Prof (cm)	pH em água	P mg/dm ³	K	Ca	Mg Cmol/dm ³	Al	H+Al	S	CTC	V %	MO g/kg
0-20	6,65	18	55	8,6	3,9	0	0,69	12,9	13,56	94,9	21

* Análise realizada no laboratório de solos e nutrição da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-Bahia.

Foram utilizadas mudas de manjeriço produzidas através de sementes comerciais da marca Feltri®. A semeadura ocorreu em bandejas plásticas utilizando como substrato areia lavada + composto orgânico da marca Plantmax®®, e foram mantidas em viveiro sob 50% de sombreamento durante 30 dias (Figura 1). Posteriormente, as mudas foram transplantadas para recipientes plásticos com capacidade para 4 litros contendo 3,8 litros de substrato a base de solo, 0,2 litros de areia lavada aplicando juntamente os tratamentos. A irrigação foi realizada manualmente na quantidade de água suficiente para o bom desenvolvimento das plantas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 3 sendo os tratamentos: 0, 50; 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em condições de luminosidade (50%) obtidas com o uso das malhas coloridas: 1 – Malha vermelha: malha de transmissão de ondas na faixa do vermelho próximo e vermelho distante, ChromatiNet Vermelha; 2 – Malha azul: malha de transmitância de luz na faixa do azul e azul distante, ChromatiNet Azul; 3 – Controle: tratamento a pleno sol (0% de sombreamento) (figura 2), com cinco repetições, totalizando 60 plantas. As plantas permaneceram em campo por 120 dias, período em que foram avaliadas para obtenção dos resultados.

Figura 1- (A e B) Mudas de manjerição cultivadas sob substrato comercial; C) Transplântio das mudas para os vasos e D) Montagem do experimento em casa de vegetação.



Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013).

O material foliar das plantas de manjerição foi coletado mensalmente, totalizando 4 avaliações, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e març o para avaliar área foliar, quantificar o número de folhas e adquirir maior quantidade de massa seca para realizar a extração de óleo essencial.

Figura 2- A) Plantas de manjerição sob malhas ChromatiNet Azul; B) Plantas de manjerição (sob malhas ChromatiNet Vermelha; C) Plantas de manjerição sob condição de pleno sol (0% de sombreamento; D) Visão geral do campo experimental.



Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013)

Foram aferidas medidas biométricas lineares e não lineares. As medidas biométricas não lineares foram determinadas a partir dos valores de área foliar, do peso da massa seca da planta e do peso da matéria seca das folhas, de acordo com Benincasa (2004) utilizando as fórmulas:

- $IAF = AF_{total}/AS$;
- $AFE = AF/MS_{folhas}$;
- $RAF = AF_{total}/MStotal$;
- $RPF = MS_{folha}/MStotal$;

Onde: IAF = índice de área foliar; AF= área foliar; AS= área do solo; MS= massa seca; AFE= área foliar específica; RAF= razão de área foliar; RPF= razão de peso foliar.

A área foliar total por planta foi medida utilizando-se medidor de área foliar portátil “AM300 Area Meter” da marca ADC (Figura 3). Medidas biométricas lineares: número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, foram determinadas em ambas as coletas com o auxílio de uma régua e um paquímetro com precisão de 0,1 cm. A determinação dos teores de clorofila a e b foi realizada utilizando-se um medidor eletrônico de clorofila (clorofilog CFL 1030)

Figura 3- A) Corte da inflorescência de plantas de manjerição; B) Raiz coletada das plantas de manjerição em condições de pleno sol; C) Medição da área foliar; D) Material da raiz coletada.



Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013).

Após a última coleta, as partes (raiz, haste e folha) das plantas foram separados, e desidratados em estufa com circulação de ar forçada a $65^{\circ} \pm 5^{\circ}$ C por 72 horas, para aferição da massa seca em balança analítica de precisão e posterior trituração das amostras para as devidas análises químicas.

Para as avaliações estatísticas foi utilizado o programa Sisvar (FERREIRA, 2000), realizando o estudo de regressão e o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 4 - A) Amostras trituradas no Micro moinho Tipo Willye TE-648 e B) Pesagem das amostras secas, respectivamente.



Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013).

Determinação dos Macronutrientes: Fósforo (P), Potássio (K) e Nitrogênio (N).

- **Determinação de fósforo**

A determinação dos teores de fósforo e potássio da raiz das plantas de manjeriço foi realizada no laboratório de Nutrição de Mineral de Plantas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, seguindo a metodologia de Murphy e Riley (1962) e Watanabe e Olsen (1965).

Inicialmente pesou-se 0,500 g do material seco em balança de precisão, as amostras foram acondicionadas em tubos de digestão, e em seguida foi adicionado 5,0 ml de ácido nítrico concentrado (HNO_3).

As amostras foram deixadas em temperatura ambiente em overnight. Esse procedimento garante a degradação a frio de uma quantidade significativa de compostos orgânicos. As amostras então foram alocadas no bloco digestor e em seguida aquecidas a 60°C . Depois de 30 minutos, a temperatura do bloco foi elevada para 80°C , onde permaneceu por mais 30 minutos. Após este período o bloco digestor foi desligado por 1 hora para que ocorresse o resfriamento do material. Com o material frio, acrescentou-se 1 mL de água oxigenada (H_2O_2) a 30%, elevou-se então a temperatura para 125°C por mais 30 minutos até que o material não evaporasse fumos castanhos, indicando assim a eliminação do material orgânico. A solução digerida apresentou coloração translúcida levemente amarelada. A mesma foi avolumada para 25 mL com água deionizada, para posterior leitura.

As leituras foram realizadas no laboratório de análises de rotina da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia em transmitância, transformadas em absorbância e calculada a concentração de P através da reta padrão.

- **Determinação do Potássio**

As leituras do macronutriente potássio foram realizadas no laboratório de Solos e nutrição mineral de plantas da Embrapa Cruz das Almas. A determinação de potássio foi feita por fotometria de chama com aparelho modelo Micronal B 462 (Figura 5). Para tal procedimento, as amostras foram filtradas em papel filtro médio, em seguida, com um auxílio de uma micropipeta, foi retirada uma alíquota de 0,5 ml da amostra digerida e adicionadas 50 ml de água deionizada becker. Com as amostras prontas procederam-se as leituras de potássio. A curva de calibração do equipamento está numa faixa de 0 a 12 ppm. Portanto, houve-se necessidade de diluir as amostras para deixar próxima do meio da curva.

Figura 5- A) Aparelho modelo Micronal B 462 e B) Padrões para curva de calibração para determinação de potássio (0 a 12 ppm).



Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013).

- **Determinação do Nitrogênio Total**

Para determinação do nitrogênio total utilizamos o método de KJELDAHL, onde pesou-se 0,1 g do material seco e transferiu para os tubos digestores, em seguida adicionou-se 1,5 g de sulfato de potássio (K_2SO_4), 0,3 g de sulfato de cobre ($CuSO_4$) e 3 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Em seguida as amostras foram alocadas no bloco digestor à 50° C aumentando a temperatura lentamente até atingir 370° C. Concluindo a digestão quando a solução apresentou cor verde claro, indicando destruição total do nitrogênio orgânico, seguidamente, as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente e

posteriormente foram adicionados 30 mL de água destilada, agitando até dissolver o resíduo.

Figura 6- A) Amostras alocadas no bloco digestor e B) Destilação utilizando o aparelho de KJELDAHL.



Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013).

Para o processo de destilação foi adicionada, em erlenmeyer de 50 mL, 10 mL de solução ácido bórico-indicador. Na entrada do destilador, encaixou-se o tubo de digestão com o material obtido da digestão sulfúrica, e adicionou-se lentamente 10 mL de NaOH 13N. Elevando a temperatura do destilador ao máximo até iniciar a ebulição, reduzindo a mesma até que o volume do destilado alcançasse cerca de 25 mL.

Em seguida foi feita a titulação para a determinação do nitrogênio total, onde utilizou-se como titulador o ácido clorídrico (HCl) 0,07143N até a mudança de cor de azulado para avermelhado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância revelou que houve significância da interação entre as doses de fósforo e qualidade de luz em que as plantas de manjeriço foram submetidas, quando analisada a variável número de folhas. Foi observado, um incremento nos valores do número de folha na condição de luminosidade a pleno sol, não havendo diferença significativa nas plantas cultivadas sob as malhas vermelha e azul. A derivação da equação de regressão exposta indica que a dose ótima estimada em 118,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ permitiu o máximo de número de folhas (371 folhas) (Figura 7).

Figura 7- Valores médios do número de folhas por plantas de manjeriço, submetidas à interação entre o nutriente fósforo e diferentes qualidades de luz. Onde: MA= Malha azul, MV= Malha vermelha, PS= Pleno sol.

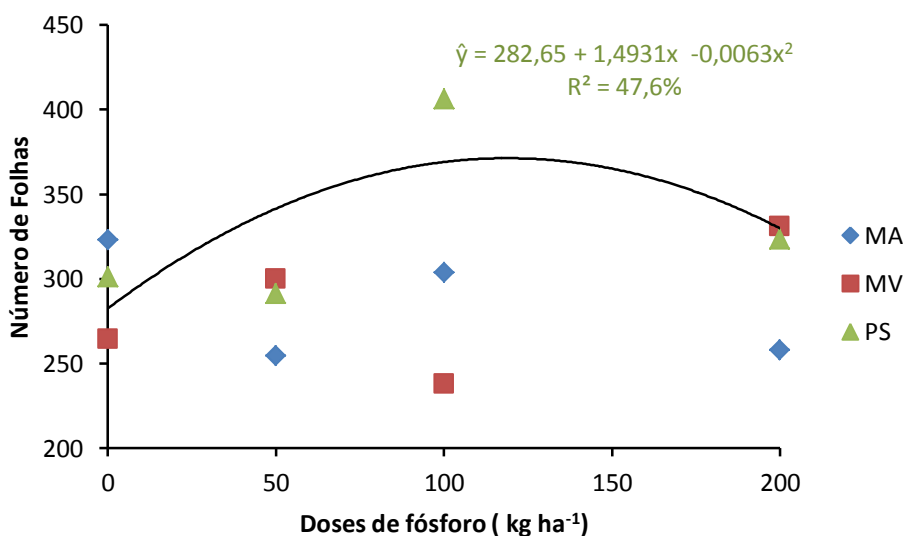


Tabela 2. Valores médios da variável número de folhas nas condições de luminosidade em função das doses de fósforo.

Luminosidade	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
Malha Azul	323,1 a	254,6 a	304,0 b	258,2 a
Malha Vermelha	264,4 a	300,0 a	238,2 b	323,6 a
Pleno Sol	301,4 a	291,6 a	406,6 a	331,2 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Observa-se na tabela acima que a utilização das dosagens de 0, 50 e 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ não diferiram estatisticamente entre si. Os maiores valores foram obtidos na dose de 100 kg ha⁻¹ P₂O₅ quando cultivadas a pleno sol.

Analisando a variável altura de planta, foi observado que não houve efeito significativo para a interação adubação fosfatada e qualidade de luz. Observou-se efeito significativo somente quando comparadas as condições de luminosidade.

Plantas de manjeriço cultivadas sob luz azul apresentaram-se mais altas em relação a aquelas cultivadas sob malha vermelha e pleno sol. Notou-se incremento de 35% no valor da altura da planta cultivadas sob malha azul em relação às plantas cultivadas a pleno sol (Tabela 3). Observa-se uma menor altura nas plantas cultivadas sob 0% de sombreamento, mostrando que as plantas de manjeriço cultivadas sob intensa radiação tendem a apresentar uma menor produção de fotoassimilados, consequentemente apresentando menor crescimento.

Tabela 3. Valores médios da a variável altura da planta (cm) nas condições de luminosidade em função das doses de fósforo.

Luminosidade	Altura da planta (cm)
Malha Azul	47,85 a
Malha Vermelha	41,27 b
Pleno Sol	35,47 c

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Resultados semelhantes foram encontrados por Martins et al (2008), que trabalhando com *Ocimum gratissimum* L. apontaram maior desenvolvimento das plantas quando cultivadas sob malha azul, o que promoveu maior crescimento em altura durante toda a condução do experimento. Isso ocorre, pois a malha azul permite maior transmissão para os comprimentos de onda na faixa do azul e vermelho distante (Oren-Shamir et al. 2001), e ainda, segundo Morgan & Smith (1979), quanto maior o conteúdo de radiação vermelho-distante, maior é a taxa de alongamento do caule nas heliófitas. Afirmando que *O. gratissimum* L. pode ser considerada uma espécie heliófita, Fiallo et al. (1996), justificam a ideia de Taiz e Zeiger (2010), onde diz que o alongamento do caule caracteriza uma resposta de evitação à sombra em heliófitas para maior captação da energia luminosa, indicando o envolvimento do fitocromo na percepção da sombra.

Souza et al 2011, avaliando o crescimento e produção de biomassa das plantas de alfavaca submetidas à adubação mineral com fósforo, cultivadas sob malhas coloridas concluíram que houve acréscimo linear na altura das plantas de alfavaca em função da adubação fosfatada, onde observou-se que o maior comprimento do ramo principal foi obtido na dosagem de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ nas plantas cultivadas sob a malha azul. A menor altura foi de 29,75 cm na ausência de fósforo nas plantas crescidas a pleno sol.

Em relação ao diâmetro do caule, não foi observado efeito significativo para a interação doses de fósforo e malhas coloridas, porém nota-se que independente da dosagem utilizada, plantas cultivadas a pleno sol apresentaram resultados

significativamente superiores a aquelas cultivadas sob luminosidade vermelha e azul (Tabela 4).

Foi constatado que não houve significância nas doses 0, 50 e 200 kg ha⁻¹, porém, as plantas cultivadas sob 100 kg ha⁻¹ apresentaram resultados significativamente diferentes, quando comparado as diferentes condições de luminosidades estudadas. Mostrando que plantas crescidas sob pleno sol apresentaram maiores valores (0,54 cm).

O crescimento em diâmetro depende da atividade cambial, que por sua vez, é estimulada por carboidratos produzidos pela fotossíntese e hormônios translocados das regiões apicais. Logo, o diâmetro de colo é um bom indicador da assimilação líquida, já que depende mais diretamente da fotossíntese (ENGEL, 1989).

Tabela 4. Valores médios das condições de luminosidade em função das doses de fósforo para a variável diâmetro do caule (cm).

Luminosidade	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
Malha Azul	0,44 a	0,48 a	0,48 ab	0,40 a
Malha Vermelha	0,40 a	0,44 a	0,38 b	0,44 a
Pleno Sol	0,48 a	0,40 a	0,54 a	0,50 a

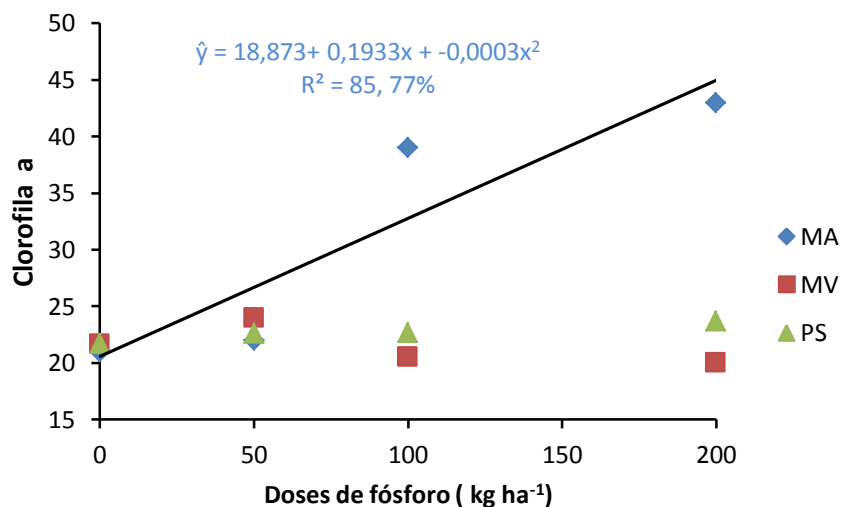
Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al (2012) onde, objetivando avaliar o efeito da adubação fosfatada e a qualidade de luz espectral transmitida pelas malhas coloridas nas características biométricas de erva-cidreira, concluíram que as plantas crescidas a pleno sol apresentaram maior diâmetro do colo que as plantas crescidas sob as malhas azul e vermelha, evidenciando que a redução da intensidade de luz, sem a alteração da qualidade espectral, proporciona plantas de caule mais delgado.

Abreu et al (2013), avaliando os aspectos fisiológicos de crescimento do manjeriço sob o efeito da intensidade e da qualidade espectral da luz transmitida pelas malhas fotoconversoras (Chromatinet) não encontram efeito significativo para a variável diâmetro do caule.

Em relação aos teores foliares de pigmentos fotossintéticos, foi observado que houve efeito significativo entre os fatores condições de sombreamento e adubação para a variável clorofila *a* (Figura 8), não sendo significativo para a variável clorofila *b*.

Figura 8- Valores médios da variável clorofila *a* de plantas de manjeriço, submetidas à interação entre o nutriente fósforo e diferentes qualidades de luz. Onde: MA= Malha azul, MV= Malha vermelha, PS= Pleno sol.



Os teores de clorofila *a* foram maiores em folhas submetidas à malha azul, apresentando valor máximo de 49,86 IAF considerando a dose ótima de 322,16 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Nota-se um incremento linear à medida que aumenta-se as dosagens de fósforo utilizadas. O que pode ser explicado pelo fato de que a clorofila é o pigmento responsável pela fotossíntese, sendo que nessa reação o fóton precisa ter uma certa energia crítica para que ocorra excitação dos elétrons e ocorra a formação dos compostos orgânicos, e a luz azul apresenta um comprimento de onda menor que o da luz vermelha, ou seja, apresentar uma maior quantidade de energia, logo o valor da clorofila *a* e total

foram maiores, além de que como visto anteriormente, a malha azul auxilia no desenvolvimento dos cloroplastos, local onde estão esse pigmentos fotossintéticos

Tabela 5. Valores médios da variável clorofila *a* nas condições de luminosidade em função das doses de fósforo.

Luminosidade	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
Malha Azul	21,00 a	22,85 a	39,0 a	43,4 a
Malha Vermelha	21,65 a	23,99 a	20,56 b	20,20 b
Pleno Sol	21,70 a	22,61 a	22,74 b	23,69 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

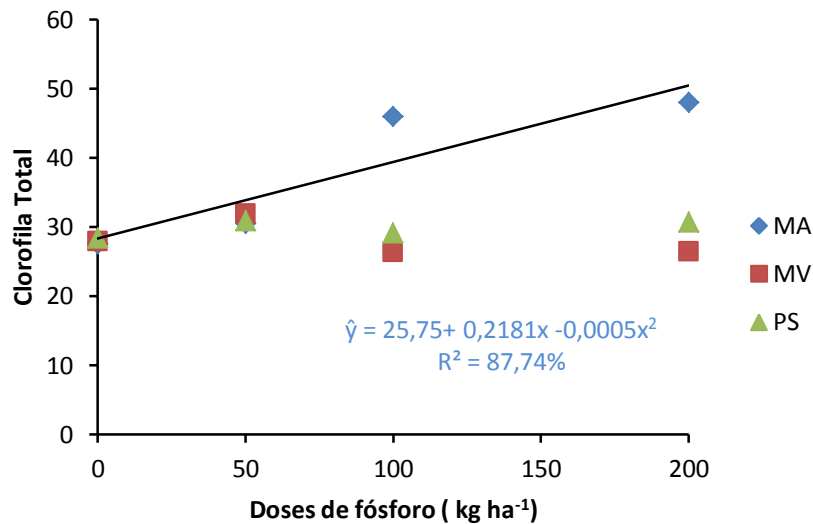
A tabela 5 mostra que independente das dosagens de adubo fosfatado utilizada plantas cultivadas em condição de malha azul apresentaram maiores valores de clorofila *a*. Quando aplicadas 0 e 50 kg ha⁻¹ de fósforo nota-se que os resultados não foram significativo porém, tanto para as dosagens 100 e 200 kg ha⁻¹ de fósforo as plantas cultivadas sob malha azul apresentaram-se significativamente superiores.

Maiores valores de pigmentos fotossintéticos em plantas cultivadas sob malha azul são encontrados, pois a clorofila é sintetizada e foto-oxidada na presença de luz, ou seja, plantas submetidas às maiores intensidade e luz apresentam menores valores nas taxas de clorofila *a*, *b* e total. Logo, quando cultivadas em sombreamento a 50% as plantas tendem a apresentar maiores valores de pigmentos fotossintéticos que aquelas cultivadas a pleno sol.

O mesmo resultado foi encontrado nos teores de clorofila total, onde se observa maiores valores nas folhas das plantas submetidas à malha azul, encontrando valor máximo de 49,0 IAF, considerando 218,1 kg ha⁻¹ de P₂O₅ dose ótima estimada (Figura 9).

Essa resposta é esperada como uma adaptação, que permite um aumento na capacidade de absorção de luz de diferentes comprimentos de onda nos picos da fotossíntese (HE et al., 1996).

Figura 9- Valores médios do pigmento fotossintético clorofila total de manjeriço, submetidas à interação entre o nutriente fósforo e diferentes qualidades de luz. Onde: MA= Malha azul, MV= Malha vermelha, PS= Pleno sol.



Esses resultados não condizem com Abreu et al. (2013), que não encontraram efeito significativo para os teores de clorofila *a* e *b* nas diferentes condições de luminosidade.

Lima et al. (2013), concluíram que a adubação fosfatada não influenciou os teores de clorofila *a* e *b* em capim limão, sendo que nos tratamentos sombreados, foram observados menores concentrações de clorofila *a* e *b* em relação às plantas cultivadas a pleno sol.

Tabela 6. Valores médios da variável clorofila total condições de luminosidade em função das doses de fósforo.

Luminosidade	Doses de fosfato (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
Malha Azul	27,56 a	30,51 a	46,0 a	48,0 a
Malha Vermelha	27,94 a	31,92 a	29,36 b	26,44 b
Pleno Sol	28,40 a	30,91 a	29,15 b	30,68 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

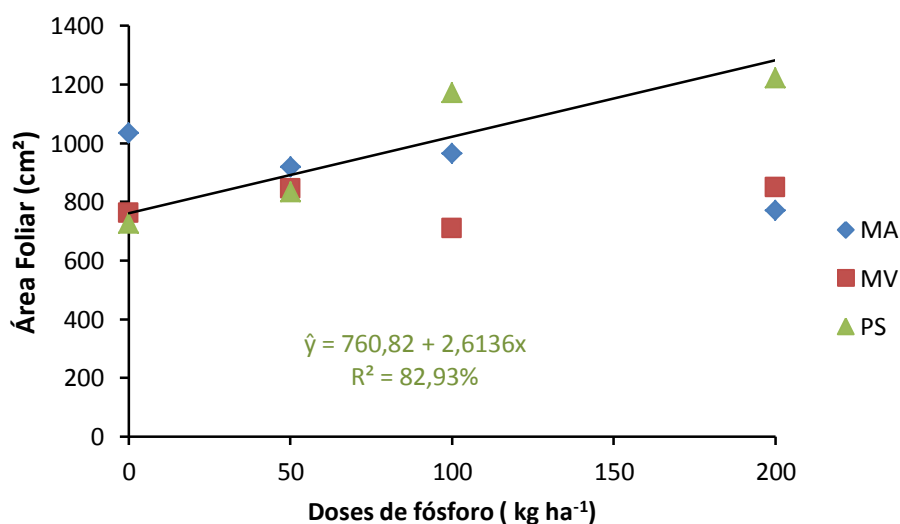
Observa-se na tabela 6 que as plantas cultivadas sob malha azul apresentaram 57% e 81% maiores valores de clorofila total, respectivamente, nas doses de 100 e 200 kg ha⁻¹ de fósforo em comparação as plantas cultivadas sob malha vermelha.

Tais resultados indicaram que valores de clorofila *a* e total em baixas concentrações de fósforo não variaram em relação a qualidade de luz entretanto, verificou-se que as plantas submetidas a malha azul diferiram estatisticamente daquelas sob malha vermelha e pleno sol nas condições com altas concentrações de fósforo.

Melo & Alvarenga (2009) trabalhando com *Catharanthus roseus* em diferentes níveis de sombreamento com malhas coloridas, verificaram maiores concentrações de clorofila em folhas de plantas sombreadas, em relação às crescidas sob pleno sol.

O estudo estatístico demonstrou que as plantas de manjeriço nas diferentes qualidades de luz e diferentes doses da adubação fosfatada apresentaram diferenciação no comportamento em relação à área foliar total (AFT), ou seja, as plantas crescidas a pleno sol apresentaram maiores valores dessa variável em relação às plantas crescidas sob luz vermelha e azul.

Figura 10- Valores médios da área foliar total (cm²) de manjeriço, submetidas à interação entre o nutriente fósforo e diferentes qualidades de luz. Onde: MA= Malha azul, MV= Malha vermelha, PS= Pleno sol.



Observa-se, um incremento linear na AFT, apresentando melhores resultados (1222,38 cm²) na dose máxima utilizada (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅) (Figura 10), caracterizando que esta variável pode responder ainda mais ao aumento de doses de fósforo no sistema.

Foi observado visualmente que as plantas cultivadas sob malha azul apresentaram-se mais largas que as cultivadas a pleno sol, mostrando uma estratégia adaptativa das plantas para a uma intensidade luminosa, aumentando a área foliar e sua captação de luz. Essa absorção de energia luminosa e a produção de fitomassa, dependem de área foliar adequada no tempo e espaço, além da eficiência desta de produzir fotoassimilados.

Resultados contraditórios foram encontrados por Martins et al. (2008) em trabalho realizado com *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas que revelaram que o cultivo de alfavaca sob malhas coloridas proporcionou maiores áreas foliares que o

cultivo a pleno sol. Corroborando com Martins et al., (2008) , Costa et al. (2012) encontraram a menor razão de área foliar nas plantas cultivadas a pleno sol e aumentou nas malhas termo refletora vermelha, tendo atingido o máximo nas malhas preta e azul.

Abreu et al. (2013) verificaram que as plantas crescidas a pleno sol e sob malha vermelha não diferiram estatisticamente entre si, todavia, apresentaram maior desenvolvimento de área foliar em relação à malha azul. Tais resultados indicam que a luz azul limita a atividade fotossintética total das plantas de manjeriço e como consequência gera menor rendimento de fotoassimilados.

Evidencia-se que plantas cultivadas a pleno sol apresentaram maiores valores de AFT nas doses de 50, 100, 200 kg ha⁻¹ demonstrando que quando submetidas a diferentes condições de luminosidade plantas de manjeriço apresentam maiores valores de área foliar a 0% de sombreamento (Tabela 7).

No cultivo a pleno sol, foi observado que plantas cultivadas sob omissão de fósforo diferiu estatisticamente das outras doses utilizadas, apresentando valor menor (728,06 cm²) de área foliar. Contudo quando em altas concentrações de fósforo as plantas cultivadas sob pleno sol apresentaram valores de área foliar 58% maiores que sob malha azul, e 44% maior que sob malha vermelha.

Malavolta et al (1997), relatam que plantas mal nutridas em P apresentam acentuada redução do crescimento, atraso no florescimento e número reduzido de sementes, além de reduzir também o número de folhas.

Tabela 7. Valores médios das condições de luminosidade em função das doses de fósforo para a variável área foliar (cm²).

Luminosidade	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
Malha Azul	1035,66 a	918,42 a	964,3 ab	771,9 b
Malha Vermelha	762,38 ab	846,00 a	709,28 b	849,64 b
Pleno Sol	728,06 b	834,70 a	1172,88 a	1222,38 a

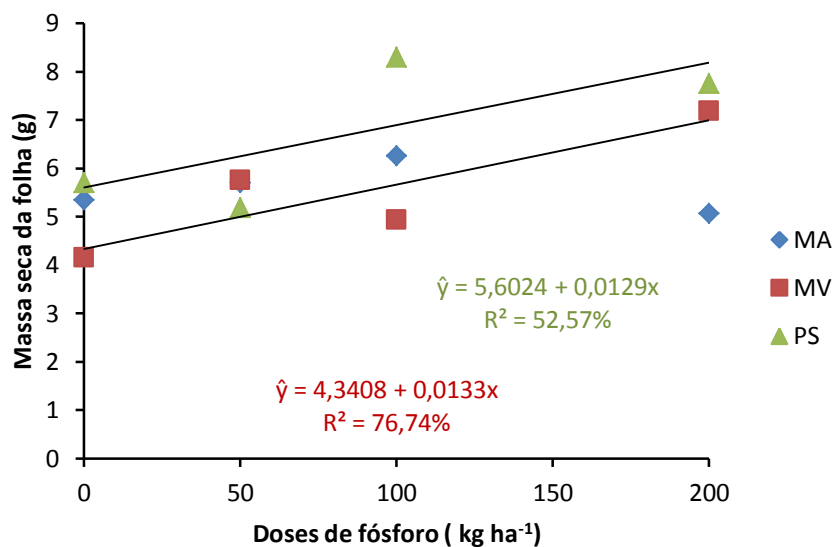
Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Resultados similares foram observados em hortelã-japonês cultivada sob diferentes malhas por Chagas et al (2010), que atribuíram o aumento da área foliar nas plantas mais à intensidade do que à qualidade espectral da luz, no presente trabalho, a expansão foliar, em hortelã-pimenta, diz-se estar relacionada mais à qualidade do que à intensidade da luz, conforme observado em plantas cultivadas sob diferentes malhas (vermelha e preta) com a mesma intensidade de radiação (50%). Taiz e Zeiger (2004) dizem que, as plantas submetidas a baixos níveis de irradiância expandem as folhas para

aumentar a captação da energia luminosa e permitir maior eficiência fotossintética e, conseqüentemente, maior fixação de carbono.

Para a variável massa seca da folha (MSF) foi observado incrementos nas plantas de manjeriço cultivadas sob malha vermelha e a pleno sol, ambas atingindo valores máximos (7,1 e 7,7 g respectivamente) na dosagem de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 11). Condizendo com os valores de número de folhas encontrados, onde as plantas cultivadas a pleno sol apresentaram uma maior quantidade foliar.

Figura 11- Valores médios da massa seca da folha de manjeriço, submetidas à interação entre o nutriente fósforo e diferentes qualidades de luz. Onde: MA= Malha azul, MV= Malha vermelha, PS= Pleno sol.



Foram observados resultados contraditórios no que diz respeito a variável razão de área foliar (RAF). Plantas cultivadas em malha azul e pleno sol diferiram estatisticamente entre si, não diferindo daquelas cultivadas na malha vermelha. Nota-se um incremento linear nos valores do RAF na condição de pleno sol, apresentando maiores valores (83,626 cm² g⁻¹) na dose máxima aplicada, porém analisando o ambiente com malha azul observa-se um decréscimo nos valores do RAF (Figura 12) à medida que se aumenta as doses de fósforo aplicadas.

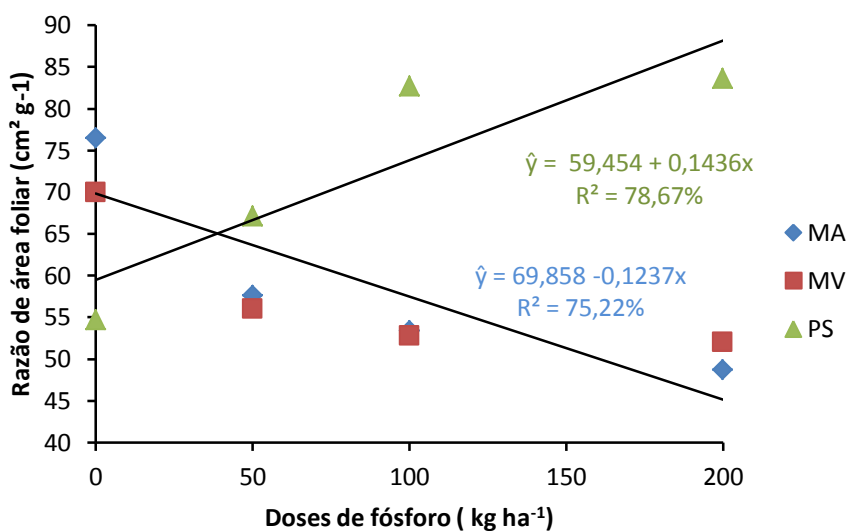
A RAF é o parâmetro que expressa a área foliar útil para a fotossíntese, logo quanto maior a RAF maior será a capacidade fotossintética da planta, conseqüentemente maior será a produção de carboidratos.

Resultados diferentes foram encontrados por Martins et al. (2008), que trabalhando com *Ocimum gratissimum* L., verificaram que os valores de RAF das plantas cultivadas sob malhas coloridas não diferiram estatisticamente, porém, foram superiores ao das plantas crescidas a pleno sol. Segundo o autor, os aumentos na RAF constituem uma

adaptação da planta à baixa luminosidade, representando maior proporção de tecido fotossinteticamente ativo na forma de área foliar.

A alta RAF no tratamento em pleno sol pode ser considerada como maléfica, uma vez que mais material vegetal é exposto a eventuais danos causados pela alta intensidade de luz. Corrêa et al. (2012) em trabalho com plantas de orégano indicaram que a área foliar foi influenciada pelo ambiente de cultivo, portanto a maior RAF foi obtida em plantas cultivadas sob tela azul e menor RAF em plantas conduzidas em pleno sol.

Figura 12- Valores médios da razão de área foliar de manjeriço, submetidas à interação entre o nutriente fósforo e diferentes qualidades de luz. Onde: MA= Malha azul, MV= Malha vermelha, PS= Pleno sol.



Esses índices fisiológicos de crescimento são marcadamente influenciados por vários fatores como intensidade, qualidade e duração da radiação, além da nutrição mineral, o que reflete em alterações anatômicas e morfológicas de folhas (BENICASA, 2004). Costa et al (2012) verificaram que em hortelã-pimenta, a menor razão de área foliar foi observada nas plantas cultivadas a pleno sol e aumentou nas malhas termo refletora e vermelha, tendo atingido o máximo nas malhas preta e azul. De acordo com esses autores, esse resultado é indicativo de que, sob as malhas azul e preta, o crescimento de hortelã-pimenta é comprometido, pois as plantas requereram maior área foliar para a produção de um grama de matéria seca, em comparação às demais.

Resultados diferentes foram encontrados por Lima et.al (2013) onde, os valores de RAF das plantas cultivadas sob malhas coloridas não diferiram estatisticamente, porém, foram superiores ao das plantas crescidas a pleno sol.

Abreu et al. (2013) concluíram quem a razão de área foliar (RAF) das plantas de manjeriço não diferiram em relação a incidência da luz azul e vermelha. Entretanto, evidenciou-se respostas significativas para as plantas crescidas sob malha vermelha quando comparadas com as plantas crescidas a pleno sol.

Tabela 8. Valores médios das condições de luminosidade em função das doses de fósforo para a variável razão de área foliar.

Luminosidade	Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
Malha Azul	76,64 a	57,99 a	53,39 b	48,69 b
Malha Vermelha	69,93 ab	56,01 a	52,80 b	52,01 b
Pleno Sol	54,65 b	67,14 a	82,66 a	83,62 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Observa-se na tabela 8, que o aumento das doses de fósforo favorece ao crescimento da razão de área foliar nas plantas cultivadas a pleno sol, apresentando valores de RAF superiores em 72% em relação à malha azul e 61% para as plantas crescidas sob malha vermelha.

Vê-se que as plantas sob malha azul apresentaram valores maiores de RAF quando não aplicado o tratamento com doses de fósforos, apresentando resultados menores com o aumento das dosagens de fosfato.

Os valores médios de área foliar específica (AFE) foram significativos somente para plantas cultivadas sob malhas vermelhas (Figura 13), onde apresentou um decréscimo nos valores de AFE a medida que aumentaram-se as dosagens do adubo fosfatado.

Abreu et al (2013) verificaram que a AFE das plantas crescidas a pleno sol apresentaram menores resultados e foram estatisticamente diferentes das plantas crescidas sob malha azul. Souza et al (2011), verificaram que plantas submetidas a 90 kg ha⁻¹ sem sombreamento mostraram os maiores valores de AFE, que com o aumento da dosagem de P apresentou uma discreta diminuição, ainda concluíram que nas plantas sem a presença deste nutriente apresentaram AFE menor e mais constante durante o ciclo.

Figura 13- Valores médios da área foliar específica de manjeriço, submetidas a interação entre o nutriente fósforo e diferentes qualidades de luz. Onde: MA= Malha azul, MV= Malha vermelha, PS= Pleno sol.

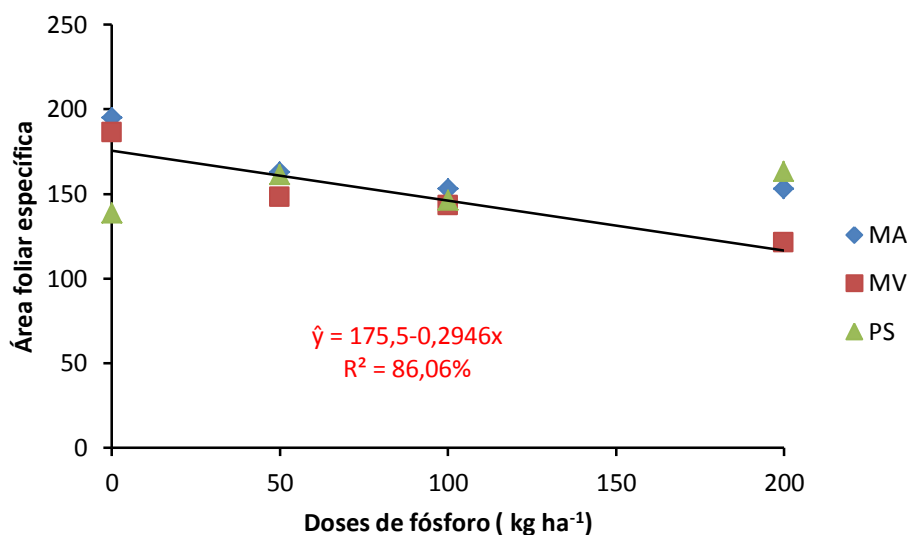


Tabela 9. Valores médios das condições de luminosidade em função das doses de fósforo para a variável área foliar específica.

Luminosidade	Doses de fosfato (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
Malha Azul	194,94 a	162,96 a	153,2 a	153,03 ab
Malha Vermelha	186,9 a	148,12 a	143,23 a	121,15 b
Pleno Sol	138,61 b	161,42 a	146,2 a	163,11 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

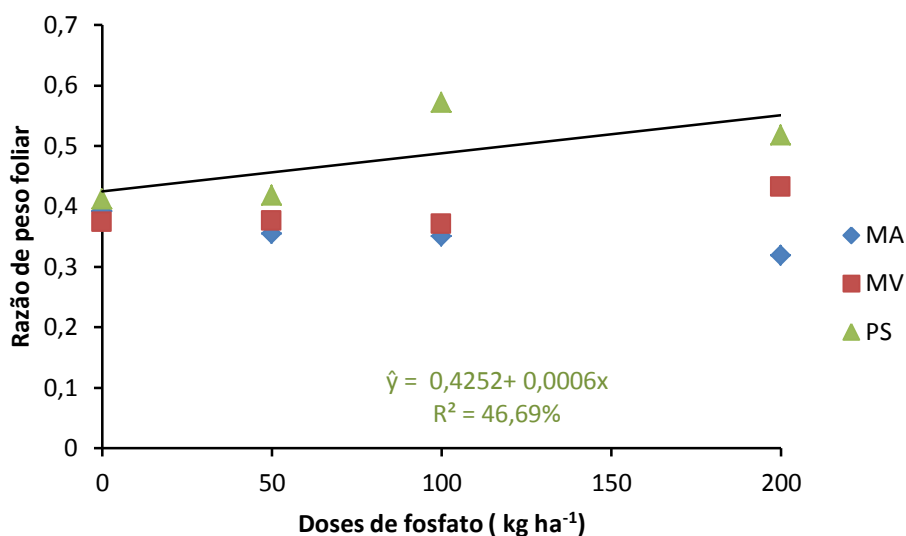
Observa-se na tabela 9, que as plantas adubadas com as dosagens de 50 e 100 kg ha⁻¹ apresentaram melhores resultados de AFE independente da condição de luminosidade utilizadas. Nota-se também que nas malhas vermelha e azul as plantas não diferiam estatisticamente entre si nas dosagens 0, 50 e 100 kg ha⁻¹, porém diferiram das plantas cultivadas a pleno sol.

A figura 14 representa os valores médios da razão do peso foliar (RPF) em função da dosagem de P₂O₅ utilizada. Foi observado efeito significativo somente em plantas cultivadas a pleno sol, onde foram notados acréscimos lineares nos valores de RPF com o aumento das doses de P₂O₅.

Quanto maior os valores de RPF, maior será o desempenho da cultura, indicando que há uma maior produção de fotoassimilados.

Esses índices fisiológicos de crescimento são marcadamente influenciados por vários fatores como intensidade, qualidade e duração da radiação, além da nutrição mineral, o que reflete em alterações anatômicas e morfológicas de folhas (BENICASA, 2004).

Figura 14- Valores médios da razão de peso foliar de manjeriço, submetidas a interação entre o nutriente fósforo e diferentes qualidades de luz. Onde: MA= Malha azul, MV= Malha vermelha, PS= Pleno sol.



Resultados contraditórios foram encontrados por Melo et al. (2009), onde avaliando o efeito da radiação solar alterada por coberturas de malhas de cor azul e vermelha sobre aspectos do desenvolvimento vegetativo de plantas de vinca, concluíram que as plantas cultivadas a pleno sol tiveram uma área foliar significativamente reduzida e menor RAF e RPF em relação aos tratamentos de sombreamento. Os autores atribuíram esse fato ao menor teor de massa seca total encontrada nas plantas e dizem estar relacionada a uma plasticidade anatômica induzida por estresse, resultando na inadaptabilidade das plantas dessa cultivar ao regime de maior irradiância.

A RPF é importante, pois esta relacionada com o desempenho da cultura. Expressa a fração de massa seca que não é exportada para o resto da planta. Sendo que, uma maior ou menor exportação do material foliar pode ser uma característica genética a qual é influenciada pelas variações ambientais.

Tabela 10. Valores médios das condições de luminosidade em função das doses de fósforo para a variável razão de peso foliar.

Luminosidade	Doses de fósforo (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	200
Malha Azul	0,39 a	0,35 a	0,35 b	0,31 b
Malha Vermelha	0,37 a	0,37 a	0,37 b	0,43 a
Pleno Sol	0,41 b	0,41 a	0,57 a	0,51 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

A tabela acima demonstra que nas condições de pleno sol, as plantas de manjeriço só apresentaram resultados inferiores quando submetidos à dosagem mínima de P_2O_5 , ou seja, na ausência do nutriente fósforo apresentando maiores valores de RPF (0,57) na dosagem de 100 kg ha^{-1} .

A qualidade espectral da radiação transmitida pela malha azul ocasionou acréscimo do massa seca da raiz nas plantas cultivadas na malha azul (10,56 g), apresentando menores valores nas plantas cultivadas a pleno sol (7,38 g) (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios da variável massa seca da raiz (g) nas condições de luminosidade em função das doses de fósforo.

Luminosidade	Massa seca da raiz (g)
Malha Azul	10,56 a
Malha Vermelha	8,73 ab
Pleno Sol	7,38 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Esses resultados condizem com os valores encontrados para a variável altura de planta, o qual foram observados maior incremento nas plantas cultivadas sob malha azul. Quanto maior os valores de massa seca de raiz, subentende-se que maior será a eficiência na aquisição de biomassa, sendo assim as raízes precisam de maior quantidade de nutrientes, precisando crescer para aumentar a sua área de superfície de absorção.

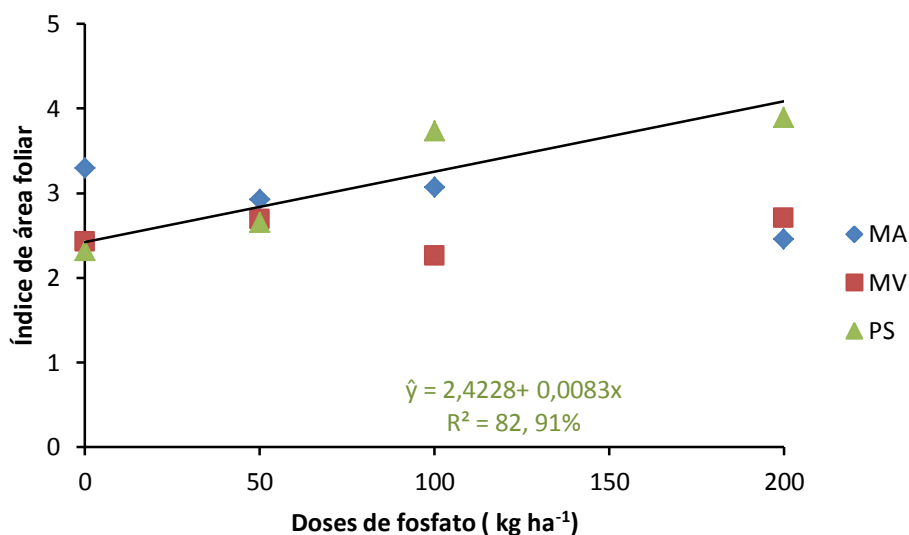
As malhas coloridas proporcionaram às plantas maior eficiência na aquisição de biomassa. Martins et.al (2008), concluíram que as plantas cultivadas a pleno sol obtiveram maiores ganhos de massa seca da raiz e massa seca total que as plantas crescidas sob malha preta. Pegoraro et al., (2010), trabalhando com *Mentha piperita* L., observaram que a intensidade da luz e nutrição do substrato influenciaram de forma significativa a biomassa da plantas, concluíram ainda que o aumento em biomassa, tanto em parte aérea como em raiz, foi proporcional ao aumento da intensidade de luz.

Lima et.al (2013), verificaram que as concentrações de fósforo influenciaram o acúmulo de massa seca das raízes e das folhas, bem como a massa seca total das plantas de capim-limão, sendo que adose de 180 Kg ha^{-1} incrementou a massa seca tanto na raiz quanto nas folhas.

A figura abaixo representa os valores referentes à variável índice de área foliar, pode-se observar que houve efeito significativo somente para as plantas cultivadas a pleno sol, onde apresentou valores superiores a aqueles encontrados sob outras

condições de luminosidade. Apresentando um acréscimo linear com o aumento das doses de fósforo aplicadas, com valor máximo de 3,89.

Figura 15- Valores médios do índice de área foliar manjeriço, submetidas a interação entre o nutriente fósforo e diferentes qualidades de luz. Onde: MA= Malha azul, MV= Malha vermelha, PS= Pleno sol.



As tabelas a seguir mostram os valores dos macronutrientes fósforo e potássio extraídos das raízes de manjeriço.

De acordo com os valores encontrados na tabela 12, pode-se afirmar que o macronutriente fósforo apresenta uma maior quantidade em condições de baixa intensidade luminosa, ou seja, em malha azul e malha vermelha. Dando destaque para a condição 50% de sombreamento sob a malha azul onde foi encontrado o macronutriente em maior quantidade (1,77 g/kg).

Tabela 12. Valores médios do macronutriente fósforo (g Kg⁻¹) extraído das raízes das plantas de manjeriço nas condições de luminosidade em função das doses de fósforo.

Luminosidade	Fósforo (g kg ⁻¹)
Malha Azul	1,77 a
Malha Vermelha	1,70 a
Pleno Sol	1,09 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

O que pode ser explicado pelo fato das malhas termorefloras diminuírem a temperatura ambiente, conseqüentemente reduz as temperaturas do substrato e da planta, o que melhora as condições de absorção de nutrientes e o desenvolvimento radicular no substrato.

O íon fosfato é pouco móvel no solo e sua absorção esta relacionada com o comprimento da raiz, já que a mesma ocorre por interceptação radicular. Neste sentido, as plantas cultivadas sob malha azul apresentaram maiores teores de fósforo, pois as mesmas apresentaram maior comprimento de raiz.

Tabela 13. Valores médios do macronutriente potássio (g Kg^{-1}) extraído das raízes das plantas de manjeriço nas condições de luminosidade em função das doses fósforo.

Luminosidade	Potássio (g Kg^{-1})
Malha Azul	2,99 b
Malha Vermelha	5,38 a
Pleno Sol	2,39 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

De acordo com a tabela 13, o macronutriente potássio foi encontrado em maior quantidade nas plantas cultivadas sob malha vermelha, diferindo estatisticamente das malhas azul e pleno sol. Foi observado que a concentração de fósforo nas raízes em relação aos tratamentos utilizados não diferiu estatisticamente entre si. Os valores médios do macronutriente nitrogênio não difeririam estatisticamente si.

CONCLUSÕES

1. Interação das malhas fotoconversoras com a adubação fosfatada apresentou resultados satisfatórios no que diz respeito ao desenvolvimento das plantas de manjeriço.
2. Houve um incremento linear na área foliar total na plantas crescidas sob pleno sol, apresentando melhores resultados na dose máxima utilizada caracterizando que esta variável pode responder ainda mais ao aumento de doses de fósforo no sistema.
3. Os teores de P e K encontrados nas raízes das plantas de manjeriço foram influenciados positivamente pelas diferentes condições de luminosidade estudadas.

REFERÊNCIAS

ABREU, C.B de; SANTOS, A.S dos; SOUZA, G.S de; OLIVEIRA, U. C de; LIMA, J.dos S. Qualidade de luz no crescimento inicial de plantas de manjeriço (*Ocimum Basilicum* L.) em ambiente controlado. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n16; p. 1858 2013

ALMEIDA, M.L.; MUNDSTOCK, C.M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade de luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**. v. 28, n.3, p. 45-51. 1998.

ARIM, A.; DENG, X.W. Light control of seedling development. **Annual Review Plant.** 292 p. Academic Press, 1995.889 p.

BLANK, A. F.; FILHO, J. L.S. C; NETO, A.L.dos.S; ALVES, P. B; BLANK.M.F.A;MANN. R.S; MENDONÇA, M da C. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. **Horticultura Brasileira.** vol.22 no.1 Brasília Jan./Mar. 2004

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas:** noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42p.

CORRÊA, R. C; PINTO, J. E.B; REIS, E.S; MOREIRA, C.M. Crescimento de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de folhas de orégano sob malhas coloridas. **Global Science Technology**, Rio Verde, v. 05, n. 01, p.11 – 22, jan/abr. 2012.

COSTA, A.G; CHAGAS, J.H; BERTOLUCCI, S.K.V; PINTO, J.E.B.P. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. **Pesquisa agropecuária brasileira.**, Brasília, v.47, n.4, p.534-540, abr. 2012

CHAGAS, J.H.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; FERRAZ, E. de O.;BOTREL, P.P.; SANTOS, F.M. dos. Produção de biomassa seca em plantas de *Mentha arvensis* L. cultivada sob malhas fotoconversoras. **Horticultura Brasileira**, v.28, p. 3422-3427, 2010.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila na folha e aspectos da anatomia.** 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP,1989.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análise estatística.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 66p. 2008.

FAVORITO, P.A.; ECHER, M.M.; OFFEMANN, L.C.; SCHLINDWEIN, M.D.; COLOMBARE, L.F.; SCHINEIDER, 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 medicinais.** vol.13 no.spe Botucatu,2011.

FIALLO, V.R.F.; MEDINA, N.N.R.; FERRADÁ, C.R. Acerca de la propagacion de *Ocimum gratissimum* L. **Revista Cubana de Plantas Medica**, v.1, n.1, p.3-7, 1996.

FURLANI, A. M. Nutrição mineral. In: Kerbay, G. B. Ed. **Fisiologia Vegetal**, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2004, p.40-75.

HE, J.; CHEE, C. W.; GOH, C. J. Photoinhibition of *Heliconia* under natural tropical conditions: the importance of leaf orientation for light interception and leaf temperature. **Plant, Cell and Environment**, USA, v.19, n.4, p.1238-1248, 1996.

LIMA, J.C ; OLIVEIRA, U.C ;SILVA, J.S; SOUZA, G.S Adubação fosfatada e qualidade de luz na produção de biomassa do capim-limão. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.9, N.16; p. 51, 2013.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo, EPU. 526 p. 2000.

LI, J. C. Uso de malas eninvernaderos. **Horticultura Internacional** n. extra: p.86-91.2006.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed – London:

MATHIAS, J. **Manjeriço**. Globo Rural. 2010. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/globorural/,6993,EEC1669313-4529,00.html>>. Acesso em 21 nov. 2013.

MARTINS, J.R.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; PINTO, J.E.B.P.; SILVA, A.P.O. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.10, n.4, p.102-107, 2008

MELO, A. A.; ALVARENGA, M.A.A. Sombreamento de plantas de *catharanthus roseus*(L.) g. don 'pacifica white' por malhas coloridas: desenvolvimento vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 33, n. 2, p. 514-520, mar./abr., 2009

MORGAN, D. C.; SMITH, H. A systematic relationship between phytochrome controlled development and species habitat, for plant grown in simulated natural irradiation. **Planta**, Berlin, v. 145, n. 3, p. 253-258, 1979.

Murphy, J., and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chim. Acta**. V.27, p.31-36.

OREN-SHAMIR, M. GUSSAKOVSKY, E. E.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y. E.; SHAHAK, Y. Coloured shade nets can improve the yield and quality of Green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v.76.n. 3, p. 353-361, 2001

POLYSACK. **Soluções em manejo do espectro**. Disponível em: <www.polysack.com> Acesso em: 11 dez.2013.

PEGORARO, R.L.; FALKENBERG, M.B.; VOLTOLINI, C.H.; SANTOS, M.; PAULILO, M.T.S. Produção de óleos essenciais em plantas de *Mentha Piperita* L. var. piperita (Lamiaceae) submetidas a diferentes níveis de luz e nutrição do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 4, p. 631-637, 2010.

REIS, A.; MIRANDA, B.E.C.; BOITEUX, L.S.; HENZ G.P. Murcha do manjeriçao (*Ocimum basilicum*) no Brasil: agente causal circulo de plantas hospedeiras e transmissão via semente. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.2, p.137-141, 2007.

RODRIGUE,S L.R.F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: Funep, 2002, 762p.

RODRIGUES MF; DOS SANTOS EC. **Estudo da viabilidade financeira: implantação da cultura do manjeriçao para exportação**. UPIS, 2005. Disponível em: <http://http://www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/projeto_empresa/pesquisas/implantacao_manjericao1.pdf>. Acesso em 21 nov.2013.

SAEBO, A.; KREKLING, T.; APPELGREN, M. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy de birch plantlets in vitro. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 41, p. 177-185, 1995.

SCHUERGER, A. C.; BROWN, C. S.; STRYJEWski, E. C. Anatomic features of pepper plants (*Capsicum annuum* L.) grown under red light-emitting diodes supplemented with blue or far-red light. **Annals of Botany**, v. 79, p. 273-282, 1997.

SHAHAK, Y.; GUSSAKOVSKY, E. E.; GAL, E.; GAELEVIN, R. Colornets: crop protection and light-quality manipulation in one technology. **Acta Horticulturae. Amsterdam**. v. 659, p. 143-161. 2004

SOUZA, G.S ; SILVA, J.S; SANTOS, A, R; GOMES, D.G; OLIVEIRA, U.C de. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em alfavaca cultivada sob malhas coloridas e adubação fosfatada. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. 300

SOUZA, G.S; SILVA, J.S dos; OLIVEIRA, U.C; LIMA, J.C do; SANTOS, A.R dos Rendimento de biomassa de plantas de erva-cidreira (*melissa Officinalis* L.) cultivada sob diferentes ambientes de luz e doses de fósforo. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1516, 2012

SIMON, J.E. Sweet basil: a production guide. West Lafayette: Purdue University, 1985. 3p

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F.R. **Light and plant life**. London: E. Arnold, 1982. 101 p.

WATANABE, F. S., and S. R. Olsen. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO₃ extracts from soil. **Soil Sci. Soc. Amer. Pro.**, 29:677-678.

CAPÍTULO 2

QUALIDADE DE LUZ E DOSES DE FÓSFORO NO RENDIMENTO, TEOR, CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL E ASPECTOS ANATÔMICOS DA CULTURA DO MANJERICÃO.

QUALIDADE DE LUZ E DOSES DE FÓSFORO NO RENDIMENTO, TEOR, CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL E ASPECTOS ANATÔMICOS DA CULTURA DO MANJERICÃO.

Autora: Maria Elisa Falcão de Oliveira

Orientador: Prof. Anacleto Ranulfo dos Santos

Resumo: Compreender os fatores que influenciam na variação dos compostos químicos nas plantas medicinais permite obter uma matéria prima de melhor qualidade. A luminosidade, temperatura, pluviosidade e a nutrição da planta são alguns fatores que alteram significativamente a produção dos metabólitos secundários, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos. Neste sentido, o presente experimento teve como objetivo avaliar a influência da adubação fosfata e da qualidade de luz modificada no rendimento, teor e composição do óleo essencial do manjericão, assim como na anatomia foliar e da raiz da cultura. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 3, sendo os tratamentos: 0, 50; 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em condições de luminosidade: azul, vermelho e pleno sol, com cinco repetições. As extrações de óleo essencial foram avaliadas através do hidrodestilador com o uso do aparelho de Clevenger. A identificação dos constituintes foi realizada através do cálculo do índice de Kovats de cada um dos picos. Foram realizadas secções transversais manuais na região do pecíolo das folhas e raízes das plantas de manjericão. Conclui-se que plantas cultivadas sob malha azul apresentaram resultados superiores para as variáveis: teor, volume e rendimento de óleo essencial. Foram identificados 19 compostos químicos, sendo notada a presença maior da substância lilanol. Em relação à estrutura anatômica das plantas de manjericão pode-se observar, de maneira geral, a presença de epiderme unisseriada, formado por células muito compactadas, com a presença de tricomas tectores.

Palavra-chave: lilanol, tricomas, metabólitos secundários.

QUALITY OF LIGHT AND PHOSPHORUS CONCENTRATION INCOME LEVELS, CHARACTERIZATION OF ESSENTIAL OIL, AND ANATOMICAL ASPECTS OF BASIL'S CULTURE.

Authoress: Maria Elisa Falcão de Oliveira

Adviser: Prof. Anacleto Ranulfo dos Santos

Abstract: Understanding the factors that influence the variation of the chemical compounds in medicinal plants allows have a better quality raw material. The luminosity, temperature, rainfall and plant nutrition are some factors that significantly alter the production of secondary metabolites, leading to the biosynthesis of different compounds. The present study aimed to evaluate the influence of phosphate fertilization and quality of light changed in yield, composition and content of essential oil of basil, as well as in leaf and root anatomy of culture. The experimental design was a randomized block in factorial 4 x 3, with the treatments: 0, 50, 100 and 200 kg ha⁻¹ of P₂O₅ in lighting conditions: blue, red and full sun, with five replicates. The extraction of essential oil were evaluated by using the Clevenger apparatus. The identification of the components was performed by calculating the Kovats index of each peak. Hand cross-sections were performed on leaf and stem of the plant roots basil region. Was concluded that plants grown under blue mesh showed better results for the variables: content, volume, and essential oil yield. 19 chemicals were identified and noted the increased presence of lilanol sustenance. In relation to the anatomical structure of basil plants can be observed, in general, the presence of uniseriate epidermis, consisting of very compact cells in the presence of trichomes trichomes.

Keyword: lilanol, trichomes, secondary metabolites.

INTRODUÇÃO

Os benefícios das plantas medicinais para saúde humana são atribuídos aos seus princípios ativos que estão diretamente relacionado à sua eficácia terapêutica. Dentre os produtos naturais empregados em abordagens terapêuticas, os óleos essenciais (OE), utilizados frequentemente na aromaterapia, são descritos como produtos com grande potencial terapêutico e farmacológico (EDRIS, 2007). Esses componentes são armazenados em estruturas secretoras internas e em externas (tricomas glandulares), a depender de cada grupo taxonômico vegetal (COSTA, 1994).

A qualidade e a concentração do princípio ativo dependem da resposta do mecanismo de integração da planta com o ambiente. Geralmente, o excesso ou deficiência de algum fator de produção para a planta é caracterizado como situação de estresse, estimulando o vegetal a produzir esses compostos responsáveis pelo efeito medicinal (MARTINS et al., 2000).

Compreender os fatores que influenciam a variação dos compostos químicos nas plantas medicinais permite obter uma matéria prima de melhor qualidade. A luminosidade, temperatura, pluviosidade e a nutrição da planta são alguns fatores que alteram significativamente a produção dos metabólitos secundários, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos (MORAIS 2009; CORRÊA JUNIOR et al., 1994). Dentre esses fatores que alteram a produção dos metabólitos secundários destaca-se a nutrição. A nutrição, portanto, é um dos parâmetros que requer maior atenção, pois o excesso ou a deficiência de nutrientes pode estar diretamente correlacionado à variação na produção de substâncias ativas.

A composição química do óleo essencial de *Ocimum basilicum*. L tem sido objeto de intensa investigação. Segundo Alonso et al. (1999), o óleo essencial é composto por eugenol, estragol, linalol, lineol, alcanfor, cineol, sendo os principais constituintes são linalol (40,5 a 48,2%) e metil-cavicol (estragol) (28,9 a 31,6%) (CHARLES; SIMON, 1990). Encontra-se ainda nesta planta flavonóides, taninos, saponinas entre outras (ALONSO, 1999). Possui propriedades antifúngicas, antibacteriana, antiinflamatória. Quimicamente possui taninos, flavonóides, saponinas, cânfora e no óleo essencial: timol, metil-chavicol, linalol, eugenol, cineol e pireno (LORENZI e MATOS, 2008).

O linalol, o constituinte majoritário do óleo de manjeriço, tem sido largamente usado como composto de partida para várias sínteses importantes, como a do acetato de linalila, e testado como acaricida, bactericida e fungicida. Na medicina tem sido aplicado com sucesso como sedativo e, atualmente estão sendo analisadas suas propriedades anticonvulsivas. Estudos recentes têm demonstrado ser possível produzir manjeriço com óleo essencial rico em linalol, através do estudos dos principais fatores que maximizam a

produção, como: exigência nutricional. Isto significa novas oportunidades para pequenos produtores e possibilidades de geração de renda (MAIA, 2005).

As plantas utilizam sinalizadores para promover determinados padrões de crescimento e estes respondem à qualidade de luz, crescendo sob uma região limitada no espectro visível e exibindo morfologia e fisiologia determinadas pelas variações ocorridas neste espectro (ALMEIDA e MUNDSTOCK, 2001; ESKINS e BEREMAND, 1990). A dependência das plantas à luz é um processo complexo que envolve a ação combinada de fotorreceptores que controlam estádios variados no desenvolvimento.

A qualidade espectral afeta também estruturalmente a anatomia das folhas, parecendo exercer maiores efeitos durante a expansão foliar, exibindo alto grau de plasticidade tanto anatômica como fisiológica (SAEBO et al., 1995), como germinação, inibição de alongamento do hipocótilo, expansão dos cotilédones e das folhas, enverdecimento e biossíntese de pigmentos, alongamento do caule e indução ao florescimento em plantas propagadas convencionalmente (TAIZ e ZEIGER, 2004).

No presente experimento o objetivo foi verificar e avaliar a interação da adubação fosfatada com a qualidade da luz no rendimento, teor, composição do óleo essencial e nas características anatômicas nas plantas de manjeriço.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas mudas de manjeriço produzidas através de sementes comerciais da marca Feltri®. A semeadura ocorreu em bandejas plásticas utilizando como substrato areia lavada + composto orgânico da marca Plantmax®, e foram mantidas em viveiro sob 50% de sombreamento durante 30 dias (Figura 1). Posteriormente, as mudas foram transplantadas para recipientes plásticos com capacidade para 4 litros contendo 3,8 litros de substrato a base de solo, 0,2 litros de areia lavada aplicando juntamente os tratamentos. A irrigação foi realizada manualmente na quantidade de água suficiente para o bom desenvolvimento das plantas.

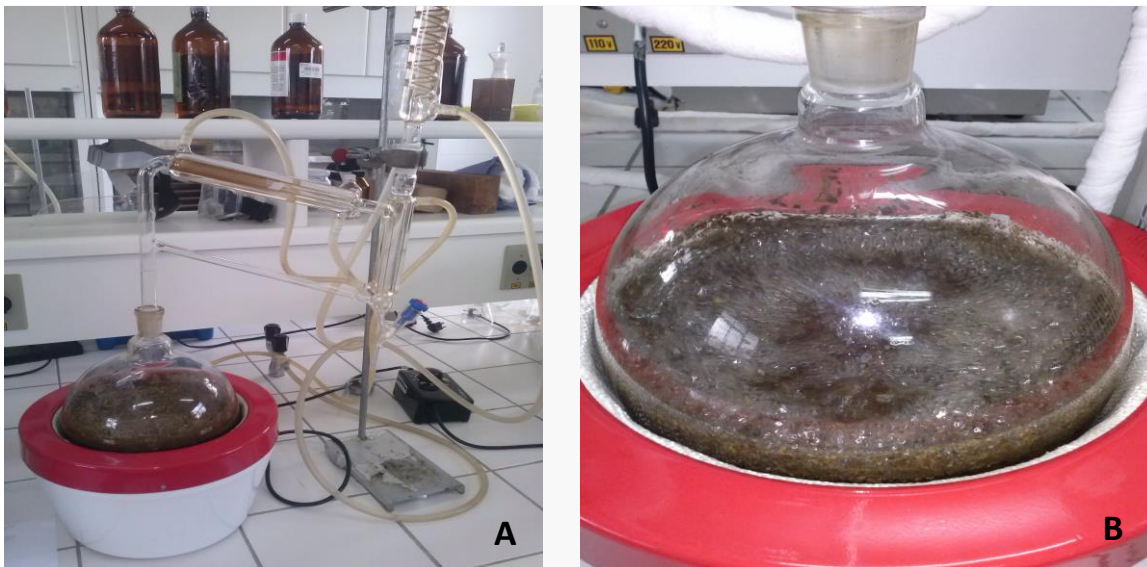
As mudas de manjeriço foram submetidas ao crescimento em diferentes condições de luminosidade obtidas com o uso das malhas: 1 – malha de transmissão de ondas na faixa do vermelho próximo e vermelho distante, ChromatiNet Vermelha; 2 – malha de transmitância de luz na faixa do azul e vermelho distante, ChromatiNet Azul; 3 – e um tratamento a pleno sol.

Para a avaliação do teor de óleo essencial foram utilizadas 35g de massa seca de folhas. As extrações foram feitas por hidrodestilação com o uso do aparelho de Clevenger modificado, (Farmacopéia Brasileira, 2000) no Laboratório de Produtos Naturais (LAPRON) do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS (Figura 16).

Iniciou-se o processo de extração do óleo separando 1 g do material seco e moído para a determinação do teor de umidade, em %, que foi feita em triplicata no determinador de umidade (Série ID Versão 1.8 Marte[®]). No aparelho determinador de umidade as amostras vegetais foram secas a temperatura de 100° C, até que não houvesse variação na pesagem de 0,1% em 30 s.

Aproximadamente 35 g do material vegetal foram colocadas em balões de 3 litros e adicionados água destilada até a imersão do mesmo, em seguida, iniciou-se o procedimento de destilação através do arraste do óleo essencial pelo vapor d'água. Foram utilizados aparatos do tipo Clevenger graduados, acoplados nos balões de vidro, que foram aquecidos por mantas térmicas elétricas com termostato. Considerou-se o início do processo quando as primeiras gotas descenderem pelo condensador. A extração permaneceu por 3 horas. Ao final, o óleo essencial foi colhido com o auxílio de um conta gota, adicionou-se ao óleo retirado do aparelho o sulfato de sódio anidro, com objetivo de evitar perdas por hidrólise durante o armazenamento. Em seguida os materiais foram acondicionados em frascos de vidros com capacidade para 2 ml, etiquetadas, envoltos por papel alumínio na geladeira a temperatura de – 5°C e realizada a análise da sua composição química.

Figura 16: A) Aparelho de Clevenger ; B) Amostra do material vegetal imerso em água destilada para a extração do óleo essencial do manjeriço.



Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013).

Os parâmetros determinados na quantificação do óleo essencial foram o teor e o rendimento na biomassa seca das folhas (BSF). O cálculo do teor de óleo foi obtido diretamente como porcentagem ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ BSF) e o rendimento de óleo calculado por meio da equação calculada: $(\text{Teor} \times \text{BSF})/100$, ao qual o rendimento foi expresso em g planta^{-1} . Não foi realizada análise estatísticas para as variáveis analisadas, pois a quantidade de material seco adquirido não foi suficiente para a realização das repetições dos tratamentos. Foi feita as avaliações através dos valores encontrados para cada tratamento.

Para a análise da composição química, os óleos essenciais (50 mg) foram previamente diluídos em 1 mL de metanol. Na análise por CG/DIC foi utilizado um Cromatógrafo Varian® CP-3380 equipado com detector de ionização de chama (DIC) e coluna capilar Chrompack CP-SIL 5 (30 m x 0,5 mm), com espessura do filme de 0,25 μm , temperatura do injetor de 220 °C e do detector de 240 °C, hélio como gás de arraste na vazão de 1 mL/min, com programa de temperatura do forno de: 60 °C a 240 °C (3 °C/min), mantendo uma isoterma de 240 °C durante 20 minutos, com volume de injeção de 0,2 μL .

As análises por CG/EM foram realizadas em Cromatógrafo Shimadzu® CG-2010 acoplado a Espectrômetro de Massas CG/MS-QP 2010 Shimadzu®, coluna capilar DB-5ms (30 m x 0.25 mm), espessura do filme 0,25 μm , temperatura do injetor 220 °C, gás de arraste hélio ($1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$), temperatura da interface e da fonte de ionização 240 °C, energia de ionização 70 eV, corrente de ionização 0,7 kV e programa de temperatura semelhante à descrita acima.

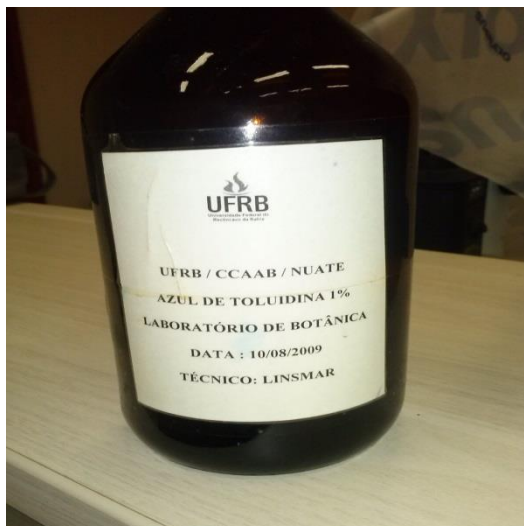
A identificação dos constituintes foi realizada através do cálculo do índice de Kovats de cada um dos picos. Os índices foram calculados com a utilização de cromatogramas obtidos pela co-injeção da amostra com uma série homóloga de n-alcenos (C₈ a C₂₄). Cada pico do cromatograma foi também identificado pelo seu espectro de massas, pela comparação com a biblioteca do equipamento, consulta a literatura especializada (ADAMS, 2007; JOULAIN; KONIG, 1998) e injeção de padrões. Já a quantificação do percentual relativo dos constituintes identificados foi obtida com base nas áreas dos picos cromatográficos correspondentes pelo método da normalização.

Características anatômicas da cultura do manjeriço sob qualidade de luz.

Para a realização dos estudos anatômicos foram coletadas amostras de folhas e da parte da raiz de plantas de manjeriço. Folhas completamente expandidos, e raízes foram coletadas e fixadas em FAA. 70% (formaldeído, ácido acético glacial e etanol 70%), por 72h e armazenadas na geladeira em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Foram coletadas cindo folhasdo terceiro nó da planta, a qual foram escolhidas aleatoriamente entre os tratamentos utilizados. Os cortes foram feitos manualmente utilizando como ferramenta uma lâmina de barbear.

Foram realizadas secções transversais manuais na região do pecíolo das folhas e a 2,5 cm das raízes, no sentido ápice-base. Os cortes, conforme realizados, foram transferidos para um recipiente contendo água destilada. O corante utilizado para evidenciar as estruturas celulares foi o azul de toluidina a 1%, (Figura 17) por aproximadamente 20 segundos. Após a coloração, os cortes foram submetidos a sucessivas lavagens em água destilada para a retirada do excesso de corante. Em seguida, os cortes foram colocados em lâminas temporárias montadas em glicerina 50%. O estudo das estruturas foi realizado em microscópio óptico da marca Olympus e modelo CX 21, registrado em câmera digital (Samsung ES15) acoplada.

Figura 17- Material utilizado para os cortes anatômicos das folhas e raízes das plantas de manjeriço e corante Azul de Toluidina 1%.



Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o procedimento de extração do óleo essencial do manjeriço foram calculados os valores de volume, teor e rendimento. O volume foi aferido através da quantidade em ml de óleo extraído, o teor de óleo essencial através da fórmula: $\text{Teor} = \frac{V}{(M_s - (M_s - U\%/100))} \times 100$, onde, V= volume de óleo extraído, Ms= massa seca da folha, U= umidade, e os valores de rendimento medidos pela equação: $\text{Teor} \times M_s/100$.

Quanto ao teor, volume e rendimento do óleo essencial de manjeriço, houve diferenças entre as médias das plantas cultivadas nos diferentes ambientes de cultivo.

Reportando-se aos valores de óleo essencial, as análises apontaram diferenças entre os tratamentos e mostraram que, com o emprego do cultivo do manjeriço sob malha azul, o teor, o volume e o rendimento foram maiores. Alguns autores relatam que o teor de óleo essencial em plantas aromáticas pode aumentar com o aumento da taxa de luminosidade.

Observa-se na tabela 14 que os valores de teor e volume do óleo essencial extraído das plantas de *Ocimum basilicum* L., apresentaram maiores valores quando cultivadas sem a adubação fosfatada.

Tabela 14. Valores referentes à umidade (%), volume do óleo essencial (ml), teor (%) e rendimento do óleo essencial extraído de plantas de manjeriço cultivadas sob malha azul.

Malha	Tratamento	MS (g)	Umidade (%)	vol. Óleo(ml)	TO(%)	R de óleo
Malha Azul	0 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,5	1,7	0,58
Malha Azul	50 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,4	1,3	0,47

Malha Azul	100 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,3	1,0	0,35
Malha Azul	200 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,3	1,0	0,35

Em relação às diferentes dosagens de adubação fosfatada utilizadas, plantas de manjeriço cultivadas a pleno sol e em malha azul apresentaram maiores valores da variável teor nos tratamentos sem adubação (Tabelas 14 e 15). Isso pode ser explicado pelo fato dessas plantas estarem com condições de estresse. Plantas sob condições, não favoráveis ao desenvolvimento, podem diminuir os produtos do metabolismo secundário. O efeito sobre tais produtos parece variar bastante com o tipo, a intensidade e a duração do estresse, podendo aumentar ou diminuir o teor de óleos essenciais (Andrade e Casali 1999).

Tabela 15. Valores referentes à umidade (%), volume do óleo essencial (ml), teor (%) e rendimento do óleo essencial extraído de plantas de manjeriço cultivadas em pleno sol.

Malha	Tratamento	MS (g)	Umidade (%)	vol. Óleo (ml)	TO(%)	R de óleo
Pleno Sol	0 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,3	1,0	0,35
Pleno Sol	50 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,2	0,7	0,23
Pleno Sol	100 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,1	0,3	0,12
Pleno Sol	200 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,2	0,7	0,23

Analisando a variável rendimento do óleo, nota-se um maior valor nas plantas cultivadas com 0 kg ha⁻¹, havendo um decréscimo até a dosagem 100 kg ha⁻¹ e um acréscimo na dosagem de 200 kg ha⁻¹ (Tabela 15).

Os resultados do teor, volume e rendimento de óleo essencial das plantas cultivadas com 0% de sombreamento, ou seja, a pleno sol, apresentaram os menores valores o que entra em contradição com a hipótese que os óleos essenciais, na maioria das vezes, apresentam um aumento em seu teor quando as plantas produtoras se encontram em ambientes com temperatura elevada. Porém, em dias muito quentes, pode-se observar perda excessiva dos mesmos, o que pode ter ocorrido, já que as plantas foram cultivadas durante a estação do verão, época com maior incidência de raios solares.

A intensidade luminosa e a temperatura são os principais fatores responsáveis pelo aumento da produção de óleo essencial, logo, estes fatores ambientais atuam diretamente em processos primários, como fotossíntese e respiração, e podem influenciar indiretamente a produção de metabólitos secundários, cuja síntese depende de produtos do metabolismo primário (Bell, 1981). Além disso, a intensidade luminosa pode influenciar

a produção de óleo essencial através da ativação de enzimas fotossensíveis envolvidas na rota do ácido mevalônico.

Tabela 16. Valores referentes à umidade (%), volume do óleo essencial (ml), teor (%) e rendimento do óleo essencial extraído de plantas de manjeriço cultivadas sob malha vermelha.

Malha	Tratamento	MS(g)	Umidade (%)	vol.Óleo (ml)	TO (%)	R de óleo
Malha Vermelha	0 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,3	1,0	0,35
Malha Vermelha	50 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,3	1,0	0,35
Malha Vermelha	100 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,3	1,0	0,35
Malha Vermelha	200 kg ha ⁻¹	35	14,34	0,3	1,0	0,35

Nas plantas cultivadas sob malha vermelha (Tabela 16) nota-se que não houve diferença entre os tratamentos para as variáveis analisadas: volume do óleo, teor e rendimento.

Comparando as diferentes malhas estudadas, pode-se observar que, as plantas cultivadas sob malha azul apresentaram maiores valores de volume, teor e rendimento do óleo essencial.

Resultados contraditórios foram encontrados por Costa et al, 2012, onde, trabalhando com a cultura do hortelã-pimenta concluiu que, os maiores valores de óleo essencial foram observados nas plantas cultivadas a pleno sol e sob as malhas preta e vermelha, em comparação a malha azul.

Martins (2006) trabalhando com avaliação dos aspectos da germinação de sementes e influência da luz no desenvolvimento, anatomia e composição química do óleo essencial em *Ocimum gratissimum* L. concluiu que as plantas cultivadas sob a malha azul apresentaram maior teor percentual de óleo essencial comparando-se com os outros tratamentos.

Análises dos componentes do óleo essencial do manjeriço

As tabelas 17, 18, 19 mostram os componentes do óleo essencial extraído de toda a parte aérea da planta de manjeriço. Em todas as condições de luminosidade estudadas malha azul malha vermelha e pleno sol foram identificados no total 19 compostos do óleo essencial do *Ocimum basilicum* L.

Foi observado que o tipo de componente encontrado nas amostras não variou em relação ao tipo de adubação, nem nas diferentes intensidades luminosas estudadas.

Tabela 17. Média dos constituintes do óleo essencial da parte aérea do manjeriço cultivadas sob malhas vermelha, em diferentes dosagens de adubação fosfatada. Onde T1= 0 P₂O₅; T2= 50 P₂O₅; T3= 100 P₂O₅ e T4= P₂O₅.

Composto	IK _{lit}	IK _{calc}	T1	T2	T3	T4
α-pineno	939	933	0,70	0,78	Traços	0,62
Sabineno	975	968	Traços	traços	Traços	Traços
β-pineno	979	973	1,46	1,58	1,43	1,31
β-mirceno	990	984	0,68	0,76	0,88	0,60
1,8-cineol	1031	1023	12,44	13,22	9,41	11,29
Linalool	1096	1089	49,92	50,31	27,72	45,16
Cânfora	1146	1137	Traços	traços	Traços	0,64
terpinen-4-ol	1177	1166	0,97	traços	Traços	Traços
α-terpineol	1188	1177	1,50	1,27	1,42	1,48
acetato de octila	1213	1200	0,47	traços	Traços	Traços
acetato de isobornila	1285	1271	1,73	1,98	1,97	2,13
β-elemeno	1390	1385	1,11	1,12	2,79	1,71
α-bergamoteno	1435	1432	8,86	8,63	14,66	8,36
α-guaieno	1439	1438	Traços	traços	Traços	Traços
α-humuleno	1454	1446	Traços	traços	Traços	Traços
propanoato de geranila	1477	1477	1,21	1,37	1,84	1,31
β-trans-guaieno	1502	1501	3,14	3,45	5,84	4,40
□-cadineno	1513	1513	0,66	0,70	1,29	0,89
hexadecano	1600	1600	1,37	1,31	2,45	3,17
Total identificados			86,22	86,48	71,70	83,07

Tabela 18. Média dos constituintes do óleo essencial da parte aérea do manjeriço cultivadas sob malha azul, em diferentes dosagens de adubação fosfatada. Onde T1= 0 P₂O₅; T2= 50 P₂O₅; T3= 100 P₂O₅ e T4= P₂O₅.

Composto	IK _{lit}	IK _{calc}	T1	T2	T3	T4
α-pineno	939	933	0,74	traços	Traços	1,09
Sabineno	975	968	Traços	traços	Traços	Traços
β-pineno	979	973	1,53	0,76	1,15	2,18
β-mirceno	990	984	0,64	traços	Traços	1,05
1,8-cineol	1031	1023	11,18	10,14	12,01	8,76
Linalool	1096	1089	47,94	42,81	44,49	27,80
Cânfora	1146	1137	Traços	traços	0,66	Traços
terpinen-4-ol	1177	1166	Traços	traços	Traços	Traços
α-terpineol	1188	1177	1,23	1,91	1,89	1,19
acetato de octila	1213	1200	Traços	traços	Traços	Traços
acetato de isobornila	1285	1271	3,22	3,08	2,31	3,17
β-elemeno	1390	1385	1,09	1,25	1,37	1,66

α -bergamoteno	1435	1432	10,21	8,69	9,04	15,43
α -guaieino	1439	1438	Traços	traços	0,62	Traços
α -humuleno	1454	1446	Traços	traços	Traços	Traços
propanoato de geranila	1477	1477	1,51	1,50	1,40	2,33
β -trans-guaieno	1502	1501	3,82	4,68	4,44	6,44
\square -cadineno	1513	1513	0,80	0,85	0,99	1,57
Hexadecano	1600	1600	1,51	1,77	1,73	2,74
Total identificados			85,00	77,00	82,10	75,41

Olhando as tabelas 17, 18 e 19, percebe-se que a identificação ficou próxima a 80%, pois tem um pico com concentração em torno de 10% que não foi possível identificar.

A espécie é classificada como quimiotipo linalol/1,8-cineol, sendo este último sinônimo de eucaliptol.

Tabela 19. Média dos constituintes do óleo essencial da parte aérea do manjeriço cultivadas sob pleno sol, em diferentes dosagens de adubação fosfatada. Onde T1= 0 P₂O₅; T2= 50 P₂O₅; T3= 100 P₂O₅ e T4= P₂O₅

Composto	IK _{lit}	IK _{calc}	T1	T2	T3	T4
α -pineno	939	933	0,50	0,63	Traços	Traços
Sabineno	975	968	Traços	traços	Traços	Traços
β -pineno	979	973	1,15	1,51	1,19	0,69
β -mirceno	990	984	0,53	0,71	0,59	traços
1,8-cineol	1031	1023	11,61	12,78	7,83	9,41
Linalool	1096	1089	51,80	44,97	37,62	44,21
Cânfora	1146	1137	Traços	traços	Traços	traços
terpinen-4-ol	1177	1166	Traços	traços	Traços	traços
α -terpineol	1188	1177	1,19	1,47	Traços	1,75
acetato de octila	1213	1200	Traços	traços	Traços	traços
acetato de isobornila	1285	1271	1,33	2,27	4,73	1,58
β -elemeno	1390	1385	1,20	1,51	1,57	0,94
α -bergamoteno	1435	1432	9,38	9,50	11,33	10,36
α -guaieino	1439	1438	0,43	traços	0,66	0,55

α -humuleno	1454	1446	Traços	traços	Traços	traços
propanoato de geranila	1477		1,33	1,66	1,64	1,41
β -trans-guaieno	1502	1477	3,14	3,78	5,60	4,13
\square -cadineno	1513	1501	0,60	0,79	1,20	1,33
Hexadecano	1600	1600	1,25	1,67	2,59	1,91
Total identificados			85,44	83,25	76,55	78,27

De acordo com Viera et al. (2001) já foram encontrados os seguintes valores para espécie de *Ocimum* encontrados no mercado e utilizados na medicina popular, linalol (49,7%), 1,8 cineol (22%), metilchavicol (47%) e cinamato de metila (65,5%). Roque (1991) analisando a composição dos óleos essenciais de *O. basilicum*, destacou que os compostos 81 predominantes foram: linalool (52 a 60%), eugenol (9 a 18%), metil chavicol (2 a 4%), metil cinamato (2 a 5%) e cineol (3 a 6%).

A tabela 20 representa a porcentagem e os principais componentes encontrados no óleo essencial das plantas de manjeriço cultivadas sob malha vermelha em diferentes níveis de adubação fosfatada. Observa-se que o tratamento T2 (50 kg de P_2O_5) apresentou a maior porcentagem do composto linalol, porém há uma redução considerável quando as plantas foram adubadas com 100 kg de P_2O_5 .

Pode-se observar que o componente encontrado em maior quantidade foi o linalol para todas as condições de luminosidade estudadas, o que já é um resultado esperado, pois este é o principal componente encontrado nas folhas e inflorescência de plantas de manjeriço.

Tabela 20. Principais componentes químicos do óleo essencial de plantas de manjeriço cultivadas sob malha vermelha. Onde: T1= 0 P_2O_5 ; T2= 50; P_2O_5 ; T3= 100 P_2O_5 e T4= P_2O_5

Composto	T1	T2	T3	T4
1,8-cineol	12,44	13,22	9,41	11,29
Linalool	49,92	50,31	27,72	45,16
α -bergamoteno	8,86	8,63	14,66	8,36
Total identificados	86,22	86,48	71,70	83,07

N

ota

-se

ta

mbém que o valor do componente linalol diminui quando aplicado a dose de 100 kg de adubo fosfatado.

Segundo, Morais (2009), o teor e a composição química dos óleos essenciais são determinados por caracteres genéticos e alguns fatores podem acarretar alterações

significativas na produção dos metabólitos secundários, como a idade e o estágio de desenvolvimento das plantas, além de fatores climáticos e ambientais. Os estímulos, decorrentes do ambiente no qual a planta se encontra, podem redirecionar a rota metabólica, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos.

Tabela 21. Principais componentes químicos do óleo essencial de plantas de manjeriço cultivadas sob malha azul. Onde: T1= 0 P₂O₅; T2= 50 P₂O₅; T3= 100 P₂O₅ e T4= P₂O₅

Composto	T1	T2	T3	T4
1,8-cineol	11,18	10,14	12,01	8,76
Linalool	47,94	42,81	44,49	27,80
α -bergamoteno	10,21	8,69	9,04	15,43
Total identificados	85,00	77,00	82,10	75,41

A tabela 21 representa os principais componentes químicos encontrados no óleo essencial de plantas de manjeriço cultivadas sob malha azul. Observa-se que a maior quantidade da substância linalool foi encontrada no tratamento onde não houve adubação fosfatada (47,94%). Porém o teor desse componente diminui com a maior dosagem de fosfato utilizada, indicando que a interação das altas concentração desse macronutriente com alta intensidade da luz azul causa efeito negativo para a produção do linalool.

Esse resultado corrobora com as ideias de Martins et al. (1995), que dizem que dentre todos os fatores que podem interferir nos princípios ativos de plantas, a nutrição é um dos que requerem maior atenção, pois o excesso ou a deficiência de nutrientes pode estar diretamente correlacionado à variação na produção de substâncias ativas.

Avaliando a influência da nutrição mineral no rendimento e composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* (manjeriço), *Coriandrum sativum* L. (coentro), *Antethum graveolens* L. (endro) e *Mentha piperita* L. (menta), Hornok (1983), relatou a ocorrência de variações em função dos quatro níveis de NPK utilizados (N: 0; 80; 160 e 240 kg/ ha; P: 0; 50; 100 e 150 kg/ ha; K: 0; 60; 120 e 180 kg/ha). Com o aumento do nível de fósforo, houve um aumento no teor de óleo essencial de menta e manjeriço e redução no teor de óleo essencial.

Tabela 22. Principais componentes químicos do óleo essencial de plantas de manjeriço cultivadas sob pleno sol. Onde: T1= 0 P₂O₅; T2= 50 P₂O₅; T3= 100 P₂O₅ e T4= P₂O₅

Composto	T1	T2	T3	T4
1,8-cineol	11,61	12,78	7,83	9,41
Linalool	51,80	44,97	37,62	44,21
α -bergamoteno	9,38	9,50	11,33	10,36
Total identificados	85,44	83,25	76,55	78,27

A tabela 22 apresenta os principais componentes encontrados no óleo essencial das plantas de manjeriço cultivadas a pleno sol. Nota-se que nessa condição, houve maior produção de linalol no óleo das plantas que não receberam adubação fosfatada. Ainda assim, o emprego do cultivo das plantas de manjeriço a pleno sol apresentaram os menores valores de teor, rendimento e volume de óleo essencial. (Tabela 15).

LI et al., (1996) trabalhando com *Thymus vulgaris* (Lamiaceae), concluíram que a concentração total do óleo foi mais alta em plantas cultivadas a 100% de intensidade luminosa e diminuiu com o decréscimo no nível da intensidade. Dos 19 compostos comparados nos vários tratamentos de intensidade de luz, a maioria diminuiu com os decréscimos dos níveis de luz. O timol, composto majoritário, foi aproximadamente 10% mais alto em plantas submetidas a 100% de intensidade de luz do que a 27%.

A intensidade luminosa é um fator que influencia a concentração bem como a composição dos óleos essenciais, isso pode observado na malha azul e vermelha, ao se analisar o linalol (Tabela 20 e 21). A maior produção de metabólitos secundários sob altos níveis de radiação solar são explicadas devido ao fato de que as reações biossintéticas são dependentes de suprimentos de esqueletos carbônicos, realizados por processos fotossintéticos e de compostos energéticos que participam da regulação dessas reações (Taiz e Zeiger, 2004).

Trapp e Croteau (2001) relatam que o rendimento do óleo pode variar conforme a fatores ambientais, órgão da planta a ser amostrado, ou pelo método de extração. De acordo com Farias (1999) a localização geográfica, época da coleta, forma de cultivo, condições climáticas, idade do material vegetal, período e condições de armazenamento podem influenciar o rendimento e o perfil químico de óleos essenciais por extratos de plantas.

Os óleos essenciais podem ocorrer em estruturas secretoras especializadas, tais como tricomas glandulares (Lamiaceae), idioblastos (Lauraceae, Piperaceae e Poaceae), canais oleíferos (Apiaceae) ou em bolsas lisígenas ou esquizolisígenas (Pinaceae e Rutaceae) (Simões & Spitzer, 1999).

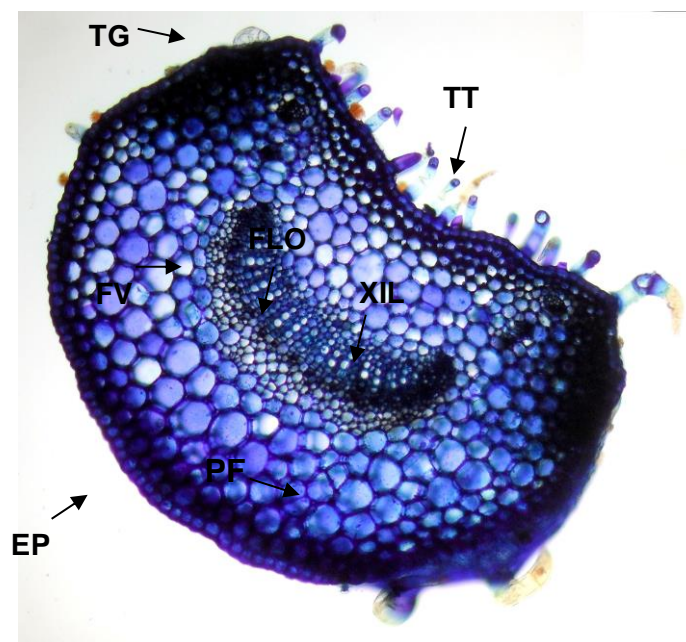
Análises das características anatômicas das plantas de manjeriço

Analisando a estrutura dos cortes anatômicas das folhas e raízes de manjeriço pode-se observar, de maneira geral, a presença de epiderme unisseriada, formado por células muito compactadas (Figura 18).

A figura abaixo representa o corte paradérmico da região do pecíolo da planta de manjerição cultivada a pleno sol sob 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Em corte transversal, observa-se que as células da epiderme e do parênquima são aproximadamente isodiamétricas, com paredes levemente espessadas em toda sua extensão, revestidas por cutícula fina.

Figura 18- Fotomicrografias de secções transversais do pecíolo de *Ocimum Basilicum* cultivadas em diferentes condições de luminosidade aos 120 dias, sob pleno sol adubadas com 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Onde, EP= epiderme; FLO: Floema; XIL: Xilema; FV: Feixe vascular; PF: Parênquima fundamental, TT: Tricomas Tectores; TG: Tricomas glandulares. Barras: 100 µm.



Fonte: Maria Elisa Falcao de Oliveira (2013).

Observa-se a presença de células especializadas na epiderme, apêndices epidérmicos, denominados de tricomas. No caso das plantas de manjerição estudadas foram encontradas tricomas glandulares com um pedúnculo e uma cabeça secretora e tricomas tectores (Figura 18).

Os mesmos resultados foram encontrados por Martins et al (2009), onde verificaram a presença de tricomas tectores pluricelulares e tricomas glandulares captados e peltados na face adaxial e abaxial da folha.

Os tricomas, tal como a cutícula e estômatos, podem se modificar de acordo com as condições oferecidas às plantas, apresentando importância taxonômica. Os tricomas tectores representam grande valor comercial em espécies como algodão e paina, enquanto tricomas glandulares tem seu valor econômico nos óleos essenciais por eles produzidos que possuem interesse medicinal ou condimento (SILVA et al., 2005).

De acordo com Larcher (2004), a densa cobertura de tricomas sobre a superfície da folha age como um filtro capaz de modificar a radiação direta em luz difusa e aumentar a reflexão da mesma, minimizando assim o efeito da radiação intensa nos tecidos fotossintetizantes.

Figura 19: Fotomicrografias de secções transversais de pecíolo de *Ocimum Basilicum L.* cultivadas em diferentes condições de luminosidade aos 120 dias, adubadas com 200 kg. ha⁻¹ de P₂O₅. (A) Malha Azul; (B) Pleno Sol; (C) Malha Vermelha. Barras: 100 µm.



Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013).

Nota-se a presença de uma epiderme, classificada como unisseriada, formado por células muito compactadas, variando de ovais a arredondadas, nos mesmos são visualizados tricomas tectores e tricomas glandulares. Observa-se a presença de células do colênquima logo abaixo da epiderme (Figura 19).

As regiões corticais e medulares estão preenchidas por parênquima fundamental. O feixe vascular apresenta estrutura colateral, e não foi observado diferença no vigor dos feixes vasculares das plantas avaliadas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Gonçalves (2001) onde observou que plantas de *Ocimum selloi Benth.* cultivadas em radiação solar plena apresentaram maiores espessuras nos parênquimas foliares que as plantas cultivadas a 50% da radiação solar incidente; no entanto, o número total de estômatos e tricomas por folha foi maior nas plantas crescidas no sombreamento parcial. Concordando com os resultados encontrados por Atroch (1999), que verificou um maior espessamento do tecido paliçádico em plantas submetidas às maiores intensidades de luz em *Bauhinia forticata* Link.

De acordo com Schluter et al. (2003) e Sims et al. (1998), folhas de árvores crescendo num ambiente de sombra apresentam modificações nas características fotossintéticas, bioquímicas, organização de células do mesófilo e frequência estomática quando comparadas com folhas crescendo num ambiente de maior irradiância.

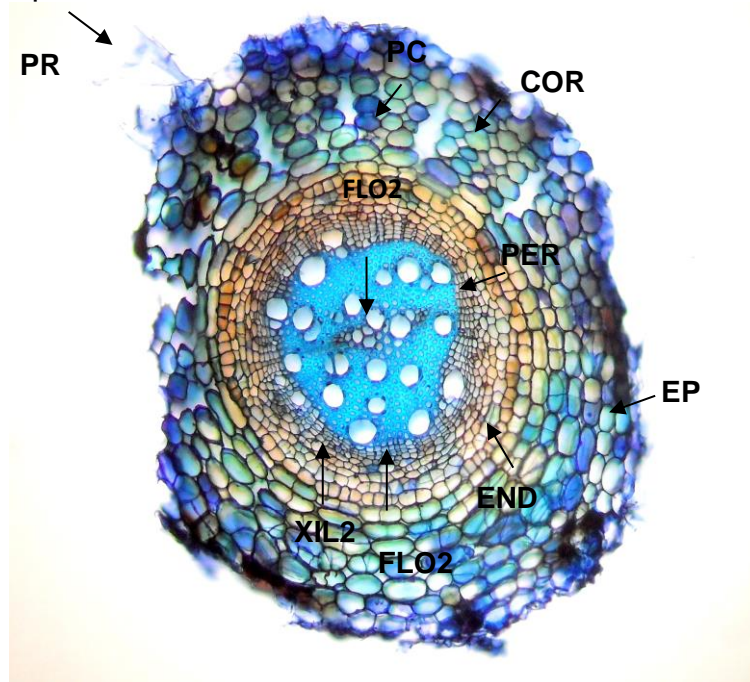
A anatomia foliar pode ser grandemente influenciada pela radiação recebida durante o crescimento, uma vez que a folha é um órgão plástico e sua estrutura interna adapta-se às condições externas do ambiente (HANBA et al., 2002; SCHLUTER et al., 2003).

Segundo McMahon e Kelly (1995), as respostas das plantas às alterações na qualidade da luz são variáveis, por isso, torna-se necessário o conhecimento de quais porções do espectro estão envolvidas nas respostas de cada planta principalmente, sobre a anatomia foliar de espécies que apresentam importância medicinal.

Analisando o corte transversal das raízes de manjeriço, pode-se concluir que as plantas apresentaram epiderme unisseriada, o córtex, a região entre a epiderme e o cilindro vascular, apresenta várias camadas de células parenquimáticas, não apresentando cloroplastos.

Figura 20: Fotomicrografias de secções transversais da raiz de *Ocimum Basilicum* cultivadas em diferentes condições de luminosidade aos 120 dias, sob malha azul

adubadas com 50 kg há⁻¹ de P₂O₅. Onde, COR: córtex; END: endoderme, EP: epiderme, PR: pêlo radicular; PF: parênquima cortical; PER: periciclo, XIL:xilema secundário; FLO: floema. Barras: 100 µm.



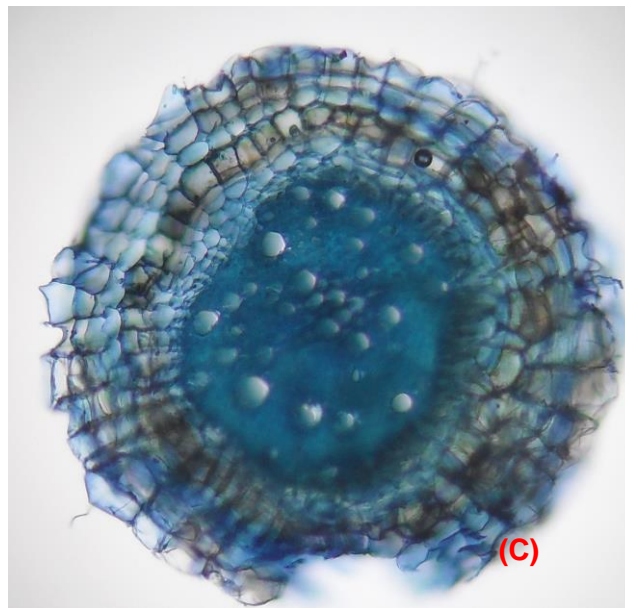
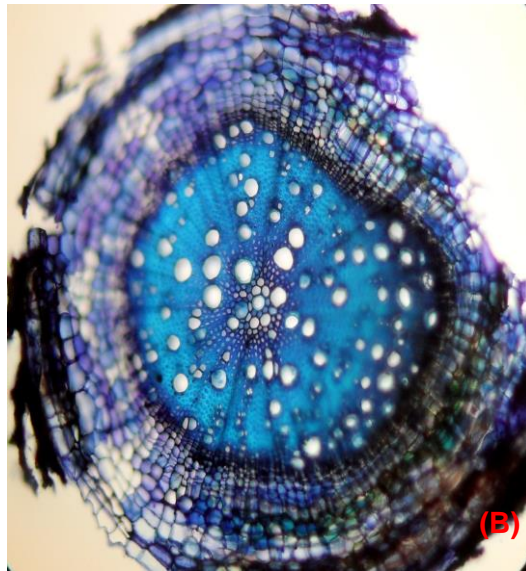
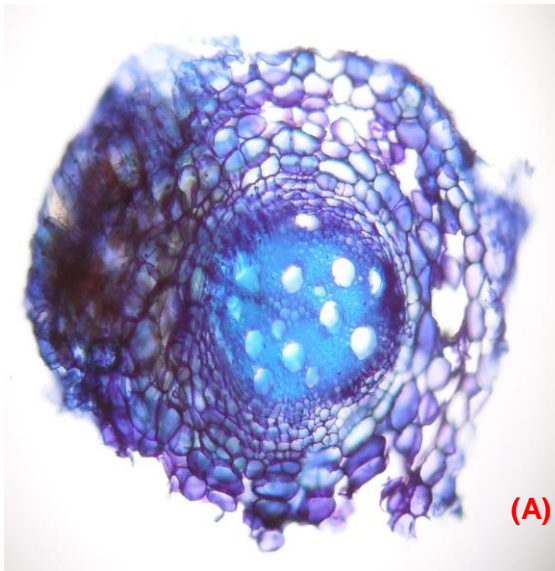
Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013).

Na figura 20, supõe-se que as células que apresentam coloração azulada situadas apresentem maior quantidade de lignina, pois, as plantas de manjeriço na qual foram realizados os cortes anatômicos apresentaram cerca de 120 dias. As plantas se encontravam no início do crescimento secundário.

Células da endoderme são encontradas logo após o córtex, compreendendo uma barreira física para as plantas, evitando assim a entrada e elementos não desejáveis para o vegetal, como exemplo os metais pesados.

Observa-se a presença de raízes laterais, originadas das divisões do periciclo, ou seja, a raiz lateral já atravessou o córtex e a epiderme, alcançando o meio externo.

Figura 21: Fotomicrografias de secções transversais de raízes de *Ocimum Basilicum L.* cultivadas em diferentes condições de luminosidade aos 120 dias, sem adubação fosfatada. (A) Cultivo a pleno sol; (B) Malha Azul; (C) Malha Vermelha. Barras: 100 µm.



Fonte: Maria Elisa Falcão de Oliveira (2013)

A figura 21 representa o córtex das raízes de manjeriço, observa-se uma maior quantidade de vasos condutores (xilema e floema) e de células parenquimáticas nas plantas cultivadas a meia sombra sob luz azul (Figura 28 B).

Os cordões de floema alternam-se com os cordões dos xilemas.

Aparentemente, não existem variações anatômicas relevantes nas plantas de manjeriço cultivadas sob diferentes condições de luminosidade de adubação fosfatada.

CONCLUSÃO

1. O teor, rendimento e volume de óleo essencial do manjeriço foram maiores nas plantas cultivadas na malha azul no tratamento sem adubação fosfatada.
2. O composto químico encontrado em maior quantidade foi o linalol, apresentando maiores valores em plantas cultivadas sob 100% de luminosidade (pleno sol).

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**. 4. ed. Allured Publishing Corporation©: Carol Stream, Illinois-USA, 2007. 804p.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade de luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 393-400, maio/jun. 2001.

ALONSO, J. R. **Tratado de fitomedicina**. Buenos Aires: ISIS, 1999

ANDRADE, F.M.C.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: UFV, 1999. 139p.

ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BELL, E. A. **The physiological role(s) of secondary (natural) products**. In: CONN, E. E. (Ed.) *Biochemistry of plants*. v.7. New York: Academic Press, 1981. p.1-18.

CHARLES, D.J.; SIMON, J.E. Comparison of extraction methods for the rapid of essential oil content and composition of basil (*Ocimum* spp.). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, n.3, p.458-462, 1990.

COSTA, A.F. **Farmacognosia**. 4.ed., Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.

COSTA, A.G; CHAGAS, J.H; BERTOLUCCI, S.K.V; PINTO, J.E.B.P. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortela-pimenta cultivada sob malhas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.47, n.4, p.534-540, abr. 2012

EDRIS, A. E. Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. **Phytotherapy Research**, v. 21, n. 4, p. 308- 11, dez,2013 ISSN 0951-418X. Disponível em:
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17199238>. Acesso: 19 de novembro de 2103

ESKINS, K.; BEREMAND, P. D. Light-quality irradiance level control of light harvesting complex of photosystem 2 in maize mesophyll cells: evidence for a low fluence rate threshold in blue-light reduction of mRNA and protein. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 78, n. 3, p. 435-440, Mar. 1990.

Farias MR, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR 2003. Avaliação da qualidade de matérias-primas vegetais. In: Simões CMO, (org.) **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. Porto Alegre: UFRGS, Florianópolis: UFSC.

GONÇALVES LA. 2001. **Ontogenia dos tricomas glandulares e influência da radiação solar no desenvolvimento e no teor de óleo essencial de Ocimum selloi Benth.** (Lamiaceae). Viçosa:UFV. 95p. (Dissertação de Mestrado)

HANBA, Y.T. et al. The effects of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in Acer species differing in light demand. **Plant Cell and Environment**, v.25, n.8, p.1021-1030, 2002.

HORNOK L. 1983. Influence of nutrition on the yield and content of active compounds in some essential oil plants. **Acta Horticulturae** v.132 p. 239-247.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: Mc Graw-Hill Book, 1940. 423p.

JOULAIN, D.; KÖNIG, W. A. **The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpene Hydrocarbons**. E. B. Verlag ©: Hamburg-Germany, 1998. 658p.

LI, Y. et al. Effect of light on essential oil production of sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v.426, p.419-426, 1996.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMA Artes e Textos, 2004. 531p.

LORENZI H; MATOS FJA. 2002. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 544 p.

MAIA NB. 2005. **Perfume de manjeriço**. Disponível em [www.fapesp.br/materia.php?data\[id_materia\]=2267](http://www.fapesp.br/materia.php?data[id_materia]=2267). Acessado em 11 de dezembro 2103.

MARTINS, E. R. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, 2000. 220 p.

MARTINS, J.R. Aspectos da germinação de sementes e influência da luz no desenvolvimento, anatomia e composição química do óleo essencial em *Ocimum gratissimum* L. Lavras: UFLA, 176p. (Dissertação – Mestrado em Fisiologia Vegetal), 2006.

MARTINS, J.R. et al. Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**. v.39, n.1, p.82-87, 2009

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v.27, p. 4050-4063, 2009.

MCMAHON, M.J.; KELLY, J.W. Anatomy and pigments of chrysanthemum leaves developed under spectrally selective filters. **Scientia Horticulturae**, v.64, p.203-209, 1995

ROQUE, O.L.R. Composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. cultivado. **Boletim da Faculdade de Farmacia**. Coimbra, v.15, n.1, p.47-51, 1991.

SAEBO, A.; KREKLING, T.; APPELGREN, M. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets in vitro. **Plan Cell, Tissue and Organ Culture**, Amsterdam, v. 41, n. 2, p. 177-185, May 1995.

SILVA, M.S.; LEITE, K.R.B.; SABA, M.D. Anatomia dos órgãos vegetativos de *Hymenaea martiana* Hayne (Caesalpinioideae- Fabaceae): espécie de uso medicinal em Caetité-Ba. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, n.4, p.673-679, 2012.

SILVA, L. M., ALQUINI, Y., CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta botânica brasileira**. 19(1): 183-194. 2005.

SIMÕES, C. M. O; SPITZER, V. Óleos voláteis. In SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 1999. p.387-415.

SCHLUTER, U. et al. Photosynthetic performance of an Arabidopsis mutant with elevated stomatal density (sdd1-1) under different light regimes. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 54, n. 383, p. 867-874, Feb. 2003.

SIMS, D. A.; SEEMANN, J. R.; LUO, Y. Elevated CO₂ concentration has independent effects on expansion rates thickness of soybean leaves across light and nitrogen gradients. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 49, n. 320, p. 583-591, Mar. 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 841 p.

TRAPP, S.A.; CROTREAU, R.D. Genomic organization of plant terpene synthases and molecular evolutionary implications. **Genetic**. v.158, p.811-32, 2001.

VIEIRA, R. F., GRAYER, R. J., PATON, A., SIMON, J. Genetic diversity of *Ocimum grantissimum* L. based on volatile oil constituents, flavonoids and RAPD markers. **Biochemical Systematic Ecologic.**, v.29, p.287-304, 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que a interação das malhas fotoconversoras com a adubação fosfatada apresentou resultados satisfatórios ao crescimento das plantas de manjeriço, assim como para o teor, rendimento e composição de óleo essencial, ocasionando modificações nas estruturas anatômicas das folhas e raízes da planta.

Sendo assim, confirma-se a hipótese de que as malhas fotoconversoras vêm surgindo como um novo conceito agroecológico capaz de promover maior produtividade nas plantas cultivadas. Porém, apesar dos resultados significativamente positivos encontrados, não se pode afirmar que a utilização das malhas coloridas é a melhor alternativa para uma pequena produção, já que apresenta custo alto e algumas variáveis analisadas não apresentaram efeito significativo.