



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

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL EM PLANTAS DE ORÉGANO
CULTIVADAS SOB MALHAS FOTOCONVERSoras EM
LATOSSOLO AMARELO**

VANUZE COSTA DE OLIVEIRA

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
JUNHO - 2014

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL EM PLANTAS DE ORÉGANO
CULTIVADAS SOB MALHAS FOTOCONVERSoras EM
LATOSSOLO AMARELO**

VANUZE COSTA DE OLIVEIRA

Bacharela em Agroecologia
Universidade Estadual da Paraíba
Lagoa Seca-PB, 2012

Dissertação submetida ao Colegiado do Programa de Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas, ênfase em Solos e Nutrição de Plantas.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. ANACLETO
RANULFO DOS SANTOS**

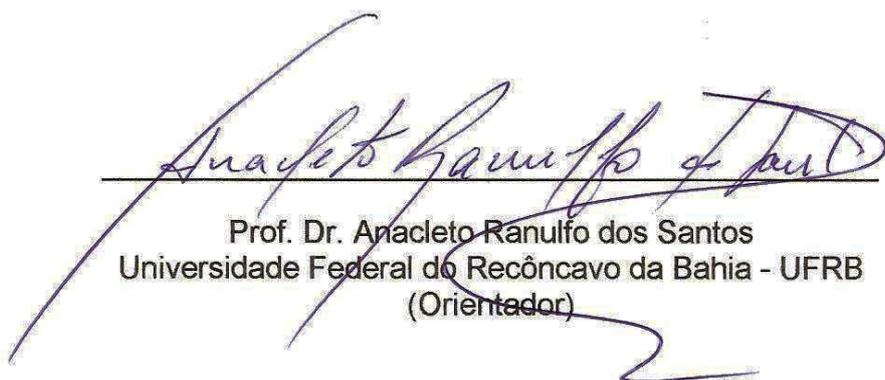
**CO-ORIENTADOR: Prf^a. Dr^a.
GIRLENE SANTOS DE SOUZA**

FICHA CATALOGRÁFICA

O48a	<p>Oliveira, Vanuze Costa de. Adubação orgânica e mineral em plantas de orégano cultivadas sob malhas fotoconversoras em Latossolo Amarelo / Vanuze Costa de Oliveira._ Cruz das Almas, BA, 2014. 92f.; il.</p> <p>Orientador: Anacleto Ranulfo dos Santos. Coorientadora: Girlene Santos de Souza.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Orégano – Cultivo. 2.Orégano – Essências e óleos essenciais. 3.Efeito da luz – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD: 633.88387</p>
------	--

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

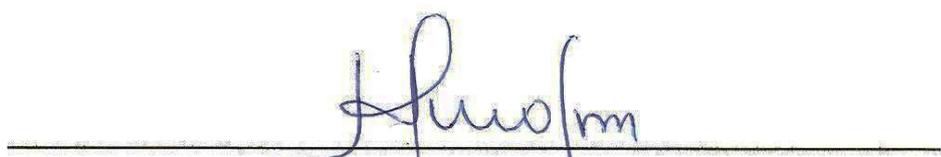
COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
VANUZE COSTA DE OLIVEIRA



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



Prof. Dr. Clóvis Pereira Peixoto
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB



Prof. Dr. Weliton Antonio Bastos de Almeida
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

“Porém alegrem-se todos os que confiam em ti; exultem eternamente, porquanto tu os defendes; e em ti se gloriem os que amam o teu nome. Pois tu, Senhor, abençoarás ao justo; circundá-lo-ás da tua benevolência como de um escudo.”

Salmos 5:11-12

Ao Deus todo-poderoso: porque d'Ele e por Ele Para Ele são todas as coisas e sem Ele nada do que foi feito se fez.

Aos meus pais José Josemar e Margarida: colhestes meu primeiro sorriso, assististes meu primeiro passo, vibrastes com minha primeira palavra. Hoje lhes ofereço mais uma vitória.

Aos meus irmãos, pelo amor carinho e preocupação.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre estar comigo e nos momentos mais difíceis ter sido meu consolador, meu amigo, meu companheiro e nunca ter me deixado só; e ter sido o meu socorro nos momentos em que pensei que não iria conseguir superar.

À UFRB e a pós-graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas pela oportunidade de cumprir mais uma etapa da minha realização profissional.

À Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor Anacleto Ranulfo dos Santos, por me apresentar a importância da pesquisa, pela orientação, ensinamentos (que levarei não apenas para a vida profissional, mas para a minha vida pessoal), conselhos, amizade, ensinamento e, o mais importante: ter ensinado a nunca desistir.

À co-orientadora Girlene Santos de Souza, pelo apoio e incentivo no desenvolvimento desta pesquisa e por toda a ajuda.

Ao colega Gabriel pelo total apoio, que foi essencial, neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Péricles Barreto Alves e ao Hamilton Vieira Santos, da Universidade Federal de Sergipe, pelas análises realizadas.

Aos membros do grupo de pesquisa Manejo de Nutrientes no Solo e em Plantas Cultivadas, em especial, ao grande amigo Ricardo (vulgo João Grilo) que sempre esteve me apoiando tanto no desenvolvimento desta pesquisa como durante todo o período do curso, por sempre me ajudar.

Ao meu amigo Sergio Parra pelo apoio durante o curso e no desenvolvimento desta pesquisa. Aos amigos de turma pela convivência e apoio.

A todos os professores do mestrado em Solos, mas, em especial, aos professores: Jorge Antonio Gonzaga Santos, Franceli da Silva, Carlos Alberto Ledo, Luciano da Silva Souza, José Fernandes de Melo Filho, Eduardo Girardi, Francisco de Souza Fadigas, Oldair Del'Arco Vinhas Costa, Thomas Vincent Gloaguen pela contribuição na minha formação.

Aos funcionários da UFRB, em especial aos da pós-graduação, ao pessoal de apoio do bloco de laboratórios “L” responsáveis pela limpeza, pela segurança e pelos laboratórios; ao pessoal de apoio no campo, por me auxiliarem na manutenção do experimento.

Ao professor Manoel Teixeira de Castro Neto pelo auxílio em etapas de coleta de dados neste experimento.

À professora Élide Barbosa Correa e Patrícia Oliveira por terem me apoiado na minha chegada à cidade, que foi essencial.

As colegas de residência (Angélica, Vivian, Marcelly, Jayane, Adreani) pelos momentos de alegria, por sempre me apoiarem e fazerem deste período muito mais divertido e proveitoso.

A todos os amigos/irmãos (de perto ou de longe) que sempre me colocaram em suas orações e sempre estiveram torcendo por mim, em especial aos amigos: Alan, Crislane, Laise, Amanda, Kezarque.

Aos integrantes do quarteto ICMCABA (Levi, Kalini e Ricardinho) pelos momentos de alegria e experiências compartilhadas.

Ao meu amigo/irmão “Bichelengo” Elielson por todo apoio e parceria de trabalho e, manutenção do meu pc (rs).

A todos, muito obrigada, sem vocês, esta conquista não seria alcançada!

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO1

CAPÍTULO 1

CRESCIMENTO E ANÁLISE DE TAXAS FOTOSSINTÉTICAS EM PLANTAS DE ORÉGANO CULTIVADAS SOB MALHAS COLORIDAS E DIFERENTES SUBSTRATOS6

CAPÍTULO 2

ANATOMIA, TEOR E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL EM FOLHAS DE ORÉGANO CULTIVADO SOB MALHAS COLORIDAS E ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL37

ANEXOS64

ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL EM PLANTAS DE ORÉGANO CULTIVADAS SOB MALHAS FOTOCONVERSoras EM LATOSSOLO AMARELO

Autora: Vanuze Costa de Oliveira

Orientador: Dr. Anacleto Ranulfo dos Santos

Co-orientadora: Dr^a. Girlene Santos de Souza

RESUMO: O orégano (*Origanum vulgare* L.), pertencente à família Lamiaceae tem sido uma das ervas medicinais e aromáticas mais consumidas no mundo, especialmente porque aprimora o sabor dos alimentos. No entanto, a maior parte do orégano consumido no Brasil é proveniente de importação, logo, informações acerca desta espécie para o plantio no País são escassas. A nutrição das plantas é essencial para aumento na produção vegetal e, junto com a incidência de luz são os fatores que mais interferem na produção de plantas, já que processos fisiológicos podem ser otimizados quando submetidos a diferentes qualidades de luz. Com o objetivo de avaliar a interação entre substratos e a qualidade de luz no crescimento, produção de óleo essencial e características anatômicas em plantas de orégano, foi instalado um experimento na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Cruz das Almas. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4 (o primeiro fator correspondeu aos substratos, que teve como base o Latossolo Amarelo e o segundo fator foi referente aos ambientes de luz) com seis repetições. Os tratamentos com substratos corresponderam a Latossolo Amarelo como testemunha absoluta; Latossolo Amarelo+esterco bovino; Latossolo Amarelo+composto orgânico e Latossolo Amarelo+NPK e os ambientes de luz: pleno sol; malha vermelha; malha azul e malha cinza. Após 90 dias procedeu-se a análise e colheita das plantas. Foram determinadas as medidas biométricas lineares e não lineares, taxas fotossintéticas, teor e composição de óleo essencial e características anatômicas dos oréganos. Verificou-se que a interação entre substratos e ambientes de luz foi significativa para as variáveis: massa das folhas secas, número de folhas, área foliar, razão de área foliar, área foliar específica e a massa de caules secos, sendo que, a interação entre malha azul e esterco bovino apresenta-se como promissora à formação de massa de folha seca. A taxa fotossintética em plantas cultivadas sob pleno sol é maior do que àquelas que permanecem sob as malhas. Plantas adubadas com esterco bovino produzem maior

teor de óleo essencial quando cultivadas sob pleno sol; as características anatômicas de folhas de orégano são influenciadas pelos substratos e ambientes de luz utilizados.

Palavras-chave: Plantas medicinais; plantas condimentares; qualidade de luz; nutrição de plantas; óleos essenciais.

FERTILIZER ORGANIC AND MINERAL IN PLANTS OF OREGANO GROWN UNDER MESHES FOTOCONVERSORAS ON YELLOW LATOSOL

Autora: Vanuze Costa de Oliveira

Orientador: Dr. Anacleto Ranulfo dos Santos

Co-orientadora: Dr^a. Girlene Santos de Souza

ABSTRACT: Oregano (*Origanum vulgare* L.), belonging to the family Lamiaceae is one of the medicinal and aromatic herbs more consumed in the world, especially because it enhances the taste of food. However, most of the oregano consumed in Brazil comes from imports, and information on the planting this species in the country are scarce. The nutrition of plants is essential for increase in vegetable production and, along with the incidence of light are the factors that most affect on plant production, since physiological processes can be optimized when they are subjected to different qualities of light. Aiming to evaluate the interaction between substrates and the quality of light on growth, essential oil yield and anatomical features in oregano, an experiment was conducted at the Federal University of Reconcavo of Bahia - Cruz das Almas. The experimental design was completely randomized in factorial scheme 4x4 (the first factor corresponded to substrates, which was based on the Yellow Latosol and the second factor was referring to light environments) with six repetitions.

The treatments with substrates corresponded to Yellow Latosol as absolute witness; Yellow Latosol + manure cattle; Yellow Latosol + organic compound and Yellow Latosol+NPK and light environments: full sun; Red mesh; mesh blue and mesh gray. After 90 days has made the analysis and collection of plants. Were certain biometric measures linear and non-linear, photosynthetic rates, content and composition of essential oil and characteristics anatomical of oreganos. It was found that the interaction between substrates and light environments was significant for the variables: mass of dry leaves, leaf number, leaf area, leaf area ratio, specific leaf area and mass of stalks, and the interaction between blue mesh and cattle manure is promising to the formation of mass of dry leaf. The photosynthetic rate in plants grown under full sun is greater than those who remain under the meshes. Plants fertilized with cattle manure produce highest content of essential oil when grown

under full sun; the anatomical characteristics of leaves of oregano are influenced by substrates and light environments used.

Keywords: Medicinal plants; condiments plants; quality of light; plant nutrition; essential oils.

INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais e aromáticas, por parte da população mundial, no decorrer dos anos tem aumentado e isso se deve, em especial, ao fato das pessoas buscarem nas plantas, as substâncias e nutrientes necessários para a melhoria na qualidade de vida. De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde, 80% da população mundial fizeram ou faz uso de medicamentos provenientes de plantas.

Várias são as plantas medicinais e aromáticas conhecidas que são de alta aceitabilidade por parte da população mundial, dentre estas está o orégano (*Origanum vulgare* L.), da família Lamiaceae, que é tida como uma das plantas condimentares mais populares.

O uso do orégano se dá em larga escala no Brasil, no entanto, do período de 2008 até 2011 o País importou cerca de 130 t da planta para uso na medicina, perfumaria, dentre outros (Cartaxo et al., 2012). Ainda, conforme os mesmos autores, dentre os produtos de horticultura e floricultura importados, o orégano está em terceiro lugar tanto em termos de importação quanto de custos, ficando atrás apenas de sementes de cominho e mudas de orquídeas.

Existe grande necessidade de se estudar o cultivo de plantas de orégano na região nordeste, em especial, devido às potencialidades apresentadas pela região para o cultivo desta planta, já que esta é uma cultura perene que se adapta em ambientes secos.

Outra característica importante que possibilita o cultivo dessa cultura, é que além de não ser tão exigente quanto às condições climáticas, ela não requer grandes cuidados, como a maioria das plantas de importância agrônômica. Já que sua propagação pode ser através de sementes ou por partes da planta, sendo que o segundo método é mais viável e de resposta mais rápida e eficiente, pois através deste método é possível manter as características genéticas da planta. Além disso, não é muito comum o aparecimento de pragas, por se tratar de uma planta de controle natural de pragas, como ácaros. Isso devido à presença dos metabólitos secundários em suas folhas, os óleos essenciais, que possuem compostos químicos responsáveis por este controle natural, como o timol.

No entanto, é importante considerar que, quando se trabalha com plantas medicinais e aromáticas um dos objetivos é alcançar altos rendimentos de material vegetal e elevados conteúdos de princípios ativos, estes, por sua vez, tem alta

capacidade de interagir com os estímulos externos proporcionados pelo ambiente de cultivo.

Para o aumento na produção, é necessário proporcionar condições favoráveis, como exemplo, a qualidade de luz e o fornecimento de nutrientes às plantas. A luz é primordial para o crescimento vegetal, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por gerar sinais que regulam seu desenvolvimento (Atroch et al., 2001).

As respostas morfofisiológicas das plantas não dependem apenas da presença, atenuação ou ausência da luz, mas, da qualidade espectral da radiação (Taiz & Zeiger, 2006). Como contribuição com essas modificações, a empresa Chromatinet desenvolveu as malhas coloridas, que contribuem com melhoria da resposta das plantas à incidência de luz e, de acordo com o fabricante, alteram o espectro de luz por elas transmitido.

As alterações luminosas no ambiente de cultivo proporcionam ajustes do aparelho fotossintético das plantas, os quais resultam na maior eficiência na absorção e transferência de energia para os processos fotossintéticos (Souza et al., 2011) o que pode se caracterizar como um novo conceito agrotecnológico.

Plantas de hortelã-pimenta cultivadas sob malhas de cor vermelha, preta e sob o pleno sol, obtiveram maiores teores e rendimento de óleo essencial (Costa et al., 2012); quando se trata de características anatômicas, plantas de *Laelia purpurata* cultivadas sob malha azul apresentam grande diferenciação de tecidos (Silva Júnior et al., 2012).

Algumas plantas apresentam melhor crescimento e aumento de produção quando são submetidas a condições de luminosidade modificada (Souza et al., 2011; Costa et al., 2012; Chagas et al., 2013). Os autores explicam que a luz é considerada o fator controlador dos processos vitais das plantas, que por sua vez, são afetados pela sua intensidade, duração e qualidade.

Outro ponto importante a se considerar é a adubação, que é considerado o insumo que contribui para a maximização na produção vegetal. A adubação orgânica proporciona melhoria nas características físicas, químicas e biológicas do solo e também contribui com a eficiência da produção agrícola. O uso de adubo orgânico em plantas medicinais proporciona aumento da produção de massa seca e rendimento de óleo (Leon-Anzueto et al., 2011; Chagas et al., 2013); maior desenvolvimento das plantas (Corrêa et al., 2009).

Estudos demonstraram que a adubação mineral contribui com a composição da organização estrutural, ou seja, quando a planta recebe ou deixa de receber macro e micronutrientes, evidenciam-se modificações em sua estrutura anatômica (Marschner, 1995). São poucas as informações disponíveis que relacionam o comportamento de características anatômicas de plantas às fontes e níveis de adubação (Chaves et al., 2002).

Os estudos de anatomia de plantas são importantes, visto que estas características podem influenciar na translocação de nutrientes (Rosolem & Leite, 2007), transporte de água e armazenamento de metabólitos secundários. Com plantas de orégano foi encontrado apenas um trabalho relatando a influência de fontes orgânicas de nutrientes na alteração de parâmetros anatômicos (Corrêa et al., 2009).

Considerando que a adubação e o uso de malhas fotoconversoras beneficiam e otimizam o crescimento e o rendimento de plantas, objetivou-se avaliar a influência das malhas fotoconversoras (azul, vermelha e cinza) e de diferentes substratos no crescimento de plantas de orégano, bem como na produção do óleo essencial em suas folhas e nas características anatômicas.

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.
- CARTAXO, E. A.; LEITE, J. C. F.; LIMA, L. D. **Horticultura e Floricultura no Nordeste**. Caderno de Estatísticas Setoriais. Banco do Nordeste: Central de Informações Econômicas, Sociais e Tecnológicas. Escritório Técnico e Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE, 2012.
- CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K.V.; COSTA, A. G.; JESUS, H. C. R.; ALVES, P. B. 2013. Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.2, p.297-303, 2013.
- CHAVES, A. L. F.; SILVA, E. A. M.; AZEVEDO, A. A.; CANO, M. A. O.; MATSUOKA, K. Ação do flúor dissolvido em chuva simulada sobre a estrutura foliar de *Panicum maximum* Jacq. (colonião) e *Chloris gayana* Kunth. (capim-rhodes) – Poaceae. **Acta Botanica Brasílica**, v.6, n.4, p. 395-406, 2002.
- CORRÊA, R. M.; PINTO, J. E. P. P.; REIS, E. S.; OLIVEIRA, C.; CASTRO, E. M.; BRANT, R. S. Características anatômicas foliares de plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.) submetidas a diferentes fontes e níveis de adubação orgânica **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.31, n.3, p.439-444, 2009.
- COSTA, A. G.; CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.4, p.534-540, 2012.
- LEON-ANZUETO, E.; ABUD-ARCHILA, M.; DENDOOVEN, L.; VENTURA-CANSECO, L. M. C.; GUTIÉRREZ-MICELI, F. A. Effect of vermicompost, worm-bed leachate and arbuscular mycorrhizal fungi on lemongrass (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.) growth and composition of its essential oil. **Electron. J. Biotechnol**, v.14, n.6, p. 5-5, 2011.
- ROSOLEM, C. A.; LEITE, V. M. Coffee leaf and stem anatomy under boron deficiency. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 3, p. 477-483, 2007.
- SILVA JÚNIOR, J. M.; CASTRO, E. M.; RODRIGUES, M.; PASQUAL, M.; BERTOLUCCI, S. K. V. Variações anatômicas de *Laelia purpurata* var. *cárnea* cultivada *in vitro* sob diferentes intensidades e qualidade spectral de luz. **Ciência Rural**, v.42, n.3, pp. 480-486, 2012.

SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; SANTOS, A. R.; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, suplemento 1, p.1843-1854, 2011.

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

CAPÍTULO 1

Crescimento e trocas gasosas em plantas de orégano cultivadas sob malhas coloridas e diferentes substratos¹

¹Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Brasileira de Plantas Mediciniais

Crescimento e trocas gasosas em plantas de orégano cultivadas sob malhas coloridas e diferentes substratos

Autora: Vanuze Costa de Oliveira

Orientador: Dr. Anacleto Ranulfo dos Santos

Co-orientadora: Dr^a. Girlene Santos de Souza

RESUMO

Objetivou-se avaliar características fisiológicas de plantas de orégano cultivadas em diferentes substratos e em ambientes de luz modificada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4 com seis repetições. Os substratos corresponderam a Latossolo Amarelo, como testemunha absoluta; Latossolo Amarelo+esterco bovino; Latossolo Amarelo+composto orgânico e Latossolo Amarelo+NPK e os ambientes de luz foram pleno sol; malha vermelha; malha azul e malha cinza. Foram avaliadas as características de crescimento vegetal e trocas gasosas. A interação entre os tratamentos foi significativa para a massa do caule seco, a massa das folhas secas, número de folhas, área foliar, razão de área foliar e área foliar específica. Para a maioria dos parâmetros avaliados, o uso do esterco bovino proporcionou aumento das variáveis, juntamente com o uso da malha azul. Para as taxas fotossintéticas, as plantas crescidas sob malhas coloridas obtêm menores valores, indicando que o crescimento de plantas de orégano é mais influenciado pela intensidade que pela qualidade da luz.

Palavras-chave: *Origanum vulgare* L., qualidade de luz, massa seca de plantas, fotossíntese.

Growth and gas exchange in plants of oregano grown under colored nets and different substrates

Autora: Vanuze Costa de Oliveira

Orientador: Dr. Anacleto Ranulfo dos Santos

Co-orientadora: Dr^a. Girlene Santos de Souza

ABSTRACT: Aimed to evaluate physiological characteristics of plants oregano grown on different substrates and ambient light modified. The experimental design was completely randomized with factorial scheme 4x4 with six repetitions. The substrates corresponded to Yellow Latosol, as absolute witness; Yellow Latosol+manure cattle; Yellow Latosol+ organic compound and Yellow Latosol+NPK and light environments were full sun; red mesh; blue mesh and gray mesh. We evaluated the characteristics of vegetable growth and gas exchange. The interaction between treatments was significant for the mass dry of the stem, the mass dry of leaves, leaf number, leaf area, leaf area ratio and specific leaf area. For most of the evaluated parameters, the use of cattle manure has increased the variables, along with the use of blue mesh. For photosynthetic rates, plants grown under colored meshes obtained smaller values, indicating that the growth of plants of oregano is more influenced by the intensity that the quality of light.

Keywords: *Origanum vulgare* L., quality of light, dry mass of plants, photosynthesis.

INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas aromáticas tem com o passar dos anos crescido e isso se deve ao fato de a demanda por parte da indústria (alimentícia, farmacêutica, cosmética) e o consumo pela população mundial ter aumentado. O que tem favorecido o incentivo a pesquisas que tenham como objeto de estudo as plantas medicinais e aromáticas.

Ainda são poucas as pesquisas com essas plantas, especialmente em relação à nutrição. Isto mostra a necessidade de informações em relação às exigências nutricionais para que o manejo seja realizado de forma adequada, para que assim, possa se trabalhar com tais ervas e, dessa maneira, a produção de massa seca, princípio ativo e outros produtos e subprodutos dos citados vegetais seja aumentada.

Dentre as plantas aromáticas mais utilizadas no Brasil está o orégano (*Origanum vulgare* L.), que pertencente à família Lamiaceae, é uma cultura perene e se adapta a ambientes secos. Possui caule ereto, ramifica-se nas extremidades superiores do caule e forma touceiras. As folhas são pecioladas, inteiras, com coloração verde-escuro.

Apesar do uso amplo do orégano no Brasil e das condições ambientais favoráveis a sua produção, essa matéria prima é importada principalmente do Chile e de países do mediterrâneo para abastecer às indústrias brasileiras.

Ainda são poucas as informações de cultivo desta espécie aromática e, se tratando de nutrição mineral e condições ambientais favoráveis ao cultivo, ainda há necessidade de muitos estudos. Pesquisas têm mostrado que o uso da adubação tem sido eficiente na produção de plantas medicinais e aromáticas (Rosal et al., 2011; Ferreira et al., 2012; Bettoni et al., 2014; Luz et al., 2014), em especial, o uso da adubação orgânica, porém, se tratando de adubação mineral, poucas são as informações.

É evidente a necessidade do aperfeiçoamento de tecnologias que aumentem a produção de ervas aromática e medicinal, bem como de desfrutar das condições favoráveis que o Brasil e, em especial a região Nordeste, oferece. Já que o desenvolvimento vegetal em plantas aromáticas é influenciado por distintos fatores ambientais, incluindo-se as condições de fertilidade do solo (Seixas et al., 2013) e as

condições de luz a que as plantas são submetidas, considerando que as condições de luminosidade é um dos fatores que mais influencia na produção vegetal.

Alternativas que visam melhorar a qualidade de luz para os vegetais têm sido desenvolvidas e com isso tem aumentado a produção, especialmente daquelas plantas cujo interesse econômico está nas folhas, como as ervas medicinais e aromáticas. Além disso, alterações na qualidade de luz no ambiente de cultivo incentivam modificações no aparelho fotossintético, o que pode resultar na maior absorção e transferência de energia para os processos de trocas gasosas (Souza et al., 2011a).

Neste sentido, empresas têm desenvolvido tecnologias que unem a proteção física e contribuem com a modificação da qualidade espectral da luz incidente nos vegetais, que são as malhas coloridas.

Neste contexto, objetivou-se avaliar características fisiológicas de plantas de orégano quando cultivadas em diferentes condições de luminosidade e com diferentes substratos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de maio a agosto de 2013, no campo experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas-BA, o qual está localizado geograficamente a 12°40'19"S e 39°06'22"W a uma altitude de 225 m.

O solo utilizado é classificado em Latossolo Amarelo Álico coeso, de acordo com o Sistema Brasileiro de classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), com as seguintes características químicas na camada de 0 a 20 cm: pH (em H₂O) = 6,65; Al trocável (Cmol_c dm⁻³) = 0,00; Ca+Mg (Cmol_c dm⁻³) = 12,50; P- Mehlich 1 (mg dm⁻³) = 18,00; K (mg dm⁻³) = 55,00; Matéria orgânica = 21,00 %; V(%) = 94,91; Soma de bases = 76,50 (Cmol_c dm⁻³); CTC = 13,56 (Cmol_c dm⁻³).

O esterco bovino apresentou as seguintes características químicas: pH = 7,10; Al trocável (Cmol_c dm⁻³) = 0,00; Ca+Mg (Cmol_c dm⁻³) = 15,60; P (mg dm⁻³) = 90,00; K (mg dm⁻³) = 780,00; Matéria orgânica = 42,30 %. E a composição do composto orgânico foi: pH = 7,63; Al trocável (Cmol_c dm⁻³) = 0,00; Ca+Mg (Cmol_c dm⁻³) = 11,50; P (mg dm⁻³) = 77,00; K (mg dm⁻³) = 470,00; Matéria orgânica = 39,10 %. A formulação do NPK foi 10:10:10.

Foram utilizadas plantas de orégano (Figura 1) cujas mudas foram produzidas a partir de uma planta matriz com 60 dias (ciclo de 90 dias), proveniente de um horto localizado na zona rural do município de Cruz das Almas-BA. Durante todo o período do experimento foi realizada irrigação manual mantendo o solo com umidade suficiente para o crescimento das plantas.



FIGURA 1. Plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.) com 10 (A) e 30 dias após o transplântio (B). Cruz das Almas-BA, 2014.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (4x4), com seis repetições. O primeiro fator correspondeu aos substratos (Latossolo amarelo; Latossolo amarelo + esterco bovino; Latossolo amarelo + composto orgânico e Latossolo amarelo + NPK). Para os adubos orgânicos (esterco bovino e composto comercial), foram utilizadas 90 t ha⁻¹, e as doses de N, P e K foram: 120, 80 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente.

O segundo fator correspondeu às condições de luminosidade utilizando malhas coloridas: malha cinza - a distribuição da luminosidade é causada pela refração da luz direta; malha vermelha (46 % da radiação), por sua vez transmite ondas na faixa do vermelho próximo e vermelho distante; malha azul (36 % de radiação), malha de transmitância de luz na faixa do azul, conforme Souza, et al. (2011) e como testemunha absoluta, ambiente sem cobertura, 0 % de sombreamento (Figura 2).



FIGURA 2. Ambientes de luz (Malha Cinza: A; Malha Vermelha: B; Malha Azul: C e pleno sol: D) em que as plantas de *Origanum vulgare* L. foram cultivadas. Cruz das Almas-BA, 2014.

Após 90 dias sob os tratamentos foram avaliadas as características de altura das plantas, diâmetro do caule, número de folhas, teores de clorofila *a*, *b* e total usando a média de três folhas do terço médio de cada planta (Clorofilômetro

Eletrônico - clorofiLOG CFL 1030 da empresa Falker e, com a desidratação do material em estufa com 65 °C foi possível determinar outras características: massa seca total (MST), massa das folhas secas (MFS), massa do caule seco (MCS), massa da raiz seca (MRS), área foliar (AF), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e a relação raiz/parte aérea (R/PA).

A razão de área foliar (RAF) representa a relação entre a área foliar e o peso da matéria seca total da planta, e se expressa em $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ou $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$, representada pela fórmula: $\text{RAF} = \text{AF}/\text{MST}$. A área foliar específica (AFE) relaciona a superfície com a massa da matéria seca da própria folha e é expressa em $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ e representada pela equação: $\text{AFE} = \text{AF}/\text{MFS}$. A razão de peso foliar (RPF) é dada pela relação entre a massa de cada folha e a massa seca total, e é expressa em g g^{-1} e determinada pela equação $\text{RPF} = \text{MFS}/\text{MST}$ (Peixoto et al., 2011).

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas a partir das seguintes mensurações e respectivas unidades: taxa de assimilação de CO_2 (A), $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; taxa de transpiração (T), $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$; condutância estomática (Gs), $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e concentração interna de CO_2 (Ci), $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Também foi determinada a quantidade de luz incidente nas plantas de orégano. Nestas avaliações, utilizou-se o medidor de fotossíntese IRGA LCpor+ (ADC, England, UK). Procedeu-se às aferições das respectivas características, adotando-se, como critério, o terceiro par de folhas totalmente expandidas, contada a partir do ápice da planta (Figura 3).



FIGURA 3. Visão geral do medidor de fotossíntese (A). Determinação de trocas gasosas em plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.) (B). Cruz das Almas-BA, 2014.

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008) e aplicou-se o teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores ambiente de luz e substratos foi significativa para as variáveis: massa de caule seco (Tabela 1), área foliar, razão de área foliar, área foliar específica, número de folhas e massa de folhas secas (Tabela 2).

Não houve influência dos tratamentos sobre as variáveis: diâmetro do caule, clorofilas *a*, *b* e total e na relação raiz/parte aérea. Ao trabalharem com intensidade de luz em plantas de *Melissa officinalis*, Brant et al. (2011) constataram que para os teores de clorofila *a*, as plantas cultivadas em ambiente protegido do sol obtiveram maior teores dessa clorofila; já para a clorofila *b*, não houve interferência significativa da intensidade luminosa, bem como para teores de clorofila total. Ao trabalharem com a cultura do orégano, Bettoni et al. (2014) obtiveram valores crescentes para os teores de clorofila, quando utilizaram doses de biofertilizante.

TABELA 1 – Resumo da análise de variância para as características de crescimento de plantas de orégano cultivadas em distintos ambientes de luz e substratos. Cruz das Almas – BA, 2014.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO						
		AP	DIA	CA	CB	CT	MRS	MCS
AL	3	982,11**	0,02 ^{ns}	72,91 ^{ns}	12,73 ^{ns}	140,23 ^{ns}	6178,69**	81,95**
S	3	364,89*	0,02 ^{ns}	19,19 ^{ns}	1,91 ^{ns}	21,13 ^{ns}	2236,95**	72,11**
ALxS	9	191,94 ^{ns}	0,01 ^{ns}	9,14 ^{ns}	3,91 ^{ns}	12,73 ^{ns}	520,57 ^{ns}	18,48*
Resíduo	80	98,31	0,01	48,98	4,89	63,04	476,08	7,07
CV (%)		41,96	32,89	29,71	36,01	26,75	48,76	22,6

FV – fontes de variação; AL – ambiente de luz; S – Substrato; AP- altura da planta (cm); DIA – diâmetro (cm); CA – clorofila *a* ($\mu\text{mol m}^{-2}$ folha); CB – clorofila *b* ($\mu\text{mol m}^{-2}$ folha); CT – clorofila total ($\mu\text{mol m}^{-2}$ folha); MRS – massa da raiz seca (g); MCS – massa do caule seco (g). ^{ns} – não significativo; * - significativo a 5% pelo teste F; ** - significativo a 1% pelo teste F.

TABELA 2 – Resumo da análise de variância para as características de crescimento de plantas de orégano cultivadas em distintos ambientes de luz e substratos. Cruz das Almas – BA, 2014.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO							
		MFS	MST	NF	AF	RAF	AFE	RPF	RRPA
AL	3	66,71**	9045,31**	2920356,32**	1626403,15**	11,84 ^{ns}	6654,82**	2,35**	3,77 ^{ns}
S	3	58,86**	3811,42**	1062810,23*	866379,59**	25,93 ^{ns}	322,66**	1,52 ^{ns}	3,58 ^{ns}
ALxS	9	15,53**	743,73 ^{ns}	1255981,81**	505829,78**	80,53**	1972,18**	4,58 ^{ns}	2,30 ^{ns}
Resíduo	80	5,2	625,78	390806,2	84306,53	14,53	0,017	2,42	1,86
CV (%)		28,13	38,71	29,17	28,78	23,22	0,07	63,77	61,03

FV – fontes de variação; AL – ambiente de luz; S – Substrato; MFS – massa da folha seca (g); MST – massa seca total (g); NF – número de folhas; AF – área foliar (cm²); RAF – razão de área foliar (cm² g⁻¹); AFE – área foliar específica (cm² g⁻¹); RPF – razão de peso foliar (g g⁻¹); RRPA – razão raiz parte aérea (%); ^{ns} – não significativo; * - significativo a 5% pelo teste F; ** - significativo a 1% pelo teste F.

As variáveis: altura das plantas, massa da raiz seca, massa seca total e razão de peso foliar foram influenciadas pelos tratamentos isolados, com isso, os efeitos

da qualidade de luz e dos substratos sobre as plantas de orégano foram estudados isoladamente.

Em relação aos efeitos da interação entre o ambiente de luz e os substratos, observa-se na Tabela 3 que para a área foliar, as plantas cultivadas sob malha azul e adubada com o esterco bovino, foram aquelas que apresentaram maiores valores, assim como aquelas que não receberam adubação e foram cultivadas sob malha vermelha. Sendo que a diferença percentual das primeiras, em relação às segundas foi de 5 % apenas. Esse valor pode estar relacionado ao fato de que a luz azul proporciona alterações que contribuem com o crescimento e desenvolvimento dos vegetais.

TABELA 3 - Área foliar (AF), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e número de folhas (NF) de plantas de *Origanum vulgare* L. cultivadas sob malhas fotoconversoras e distintos substrato. Cruz das Almas-BA, 2014.

AMBIENTE DE LUZ	AF (cm ²)				
	SUBSTRATO				
	Latossolo + NPK	Latossolo + EB	Latossolo + CO	Latossolo	Média
PLENO SOL	614,3 bB	1286,8 abA	662,3 bB	520,4 cB	771,0
MALHA AZUL	1093,3 aB	1692,3 aA	1393,1 aAB	1137,5 bB	1329,1
MALHA VERMELHA	802,1 abB	1108,7 bB	927,0 bB	1606,4 aA	1111,1
MALHA CINZA	1055,3 aA	1067,5 bA	573,8 bB	604,0 cB	825,2
Média	891,3	1288,8	889,1	967,1	
	RAF (cm ² g ⁻¹)				
PLENO SOL	16,4 aAB	20,6 aA	13,9 abB	16,4 abAB	16,8
MALHA AZUL	14,1 aA	15,4 abA	18,3 aA	14,2 bA	15,5
MALHA VERMELHA	18,1 aA	11,9 bB	16,4 abAB	22,0 aA	17,1
MALHA CINZA	18,5 aA	19,6 aA	10,9 bB	15,9 bAB	16,2
Média	16,8	16,9	14,9	17,1	
	AFE (cm ² g ⁻¹)				
PLENO SOL	100,8 dB	126,3 bA	96,3 dD	100,1 dC	105,9
MALHA AZUL	129,8 bC	130,6 aB	142,6 bA	102,6 cD	126,4
MALHA VERMELHA	151,8 aC	115,2 dD	154,4 aB	157,9 aA	144,8
MALHA CINZA	128,3 cA	112,3 cB	98,5 cD	114,3 bC	113,4
Média	127,7	121,1	123,0	118,7	
	NF				
PLENO SOL	1658,0 bA	1510,0 abA	1778,0 abA	1566,0 bA	1628,0
MALHA AZUL	2698,0 aA	2900,0 aA	2483,0 aA	2541,0 aA	2655,5
MALHA VERMELHA	1686,0 bB	2133,0 abAB	1415,0 bB	2939,0 aA	2043,3
MALHA CINZA	2525,0 abA	1744,0 bA	1716,0 abA	1994,0 abA	1994,8
Média	2141,8	2071,8	1848,0	2260,0	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para cada variável.

O aumento de área foliar para as plantas cultivadas sob malhas, deve estar relacionado, também, ao fato de que as plantas como estratégia de captação de luz, aumentem sua área foliar para maximizar o aproveitamento dos raios de luz, como ocorreu com as plantas cultivadas sob malha azul, observando-se a média geral para o ambiente de luz (Tabela 3).

Para os substratos, é importante considerar que o esterco bovino ao ser adicionado ao solo, em quantidades adequadas e conforme o grau de decomposição, os nutrientes podem ser disponibilizados mais rápida ou lentamente, já que esta disponibilidade e liberação dos nutrientes são influenciadas pela decomposição da matéria orgânica (Silva et al., 2012).

O uso da malha vermelha sem uso de qualquer adubo proporcionou o segundo maior incremento de área foliar, o que pode ter sido ocasionado pelo fato do solo possuir características químicas favoráveis às plantas de orégano. Isso pode estar relacionado ao fato de a malha vermelha contribuir com o desenvolvimento de aparelho fotossintético.

As plantas cultivadas sob malha vermelha e com Latossolo+esterco bovino obtiveram aumento de 62 % na área foliar quando comparadas àquelas que tiveram a menor valor para esta característica de crescimento (cultivadas sob malha cinza e em Latossolo).

Para o orégano cultivado sob malha azul e adubada com o esterco bovino, ao se comparar às plantas que permaneceram sob malha cinza e cultivada em Latossolo sem adubação, percebe-se que houve aumento de 64 %. O que pode estar relacionado ao fato de a malha cinza realizar a distribuição da luminosidade através da refração da luz direta, sem que haja a separação na sua qualidade.

Os resultados para área foliar encontrados neste trabalho corroboram aos encontrado por Chagas et al. (2013) que, ao trabalharem com hortelã-japonesa, constataram que as plantas crescidas sob malhas coloridas apresentaram maior área foliar. Porém, plantas de melissa também apresentaram maior área foliar quando crescidas em sombreamento (Brant et al., 2009). Isso pode estar relacionado ao fato de estas plantas, pertencentes à família Lamiaceae serem mais sensíveis à intensidade que a qualidade espectral da luz.

Ainda na Tabela 3, onde está a razão de área foliar (RAF) pode-se perceber que os substratos tiveram influência em pelo menos um dos ambientes de luz (malha azul, malha vermelha, malha cinza e pleno sol). Souza et al. (2012) ao

trabalharem com plantas de amendoim, constataram que a razão da área foliar foi superior com o uso das malhas. Corroborando, assim, aos pesquisadores que afirmam que alguns parâmetros de crescimento vegetal são mais influenciados pela intensidade do que pela qualidade da luz.

A RAF, segundo Peixoto et al., (2011) é representada pela relação da área foliar e a massa seca de toda a planta e serve como parâmetro apropriado para as avaliações de efeitos climáticos e do manejo de vegetais. Tal índice é expressado em dm^2 ou $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$.

Valores encontrados neste trabalho diferiram dos valores encontrados por Corrêa et al. (2012), em que os pesquisadores mostraram que a razão de área foliar (RAF) em plantas de orégano também foi influenciada pelo ambiente de cultivo, entretanto, a maior RAF foi obtida em plantas cultivadas sob tela azul e menor RAF em plantas conduzidas em pleno sol. Sendo que, as plantas cultivadas em pleno sol, de acordo com Benincasa (2003), por receberem maior intensidade luminosa, apresentaram menor RAF. Porém, devido as plantas cultivadas em pleno sol terem apresentado a segunda maior RAF pode estar relacionada à fonte nutricional (esterco bovino), já que os substratos orgânicos contribuem com a maior produção de massa seca (Rosal et al., 2011). Aumentos na RAF consistem na maior proporção de tecido fotossinteticamente ativo até atingir o valor.

Plantas de *Dracaena marginata* 'Colorama', foram cultivadas sob malhas preta, azul, vermelha e cinza, sendo que, as cultivadas sob malha vermelha apresentaram maiores valores de RAF (Kawabata et al., 2007), corroborando, assim, os resultados obtidos para plantas de orégano.

Com relação à área foliar específica (AFE) as plantas que foram cultivadas apenas com o Latossolo Amarelo e foram cultivadas sob malha vermelha apresentaram maiores valores.

Ao trabalhar com a cultura de orégano sob malhas coloridas, Corrêa et al. (2012) constataram que não houve influência do ambiente de cultivo para o aumento da AFE, o que não foi observado nesta pesquisa, as plantas que estiveram sob malha vermelha obtiveram maior valor para esta variável, sendo o aumento de 26 % quando comparado às plantas que obtiveram a menor AFE, que foi nas plantas cultivadas sob pleno sol. Embora tenha trabalhado com a mesma cultura (orégano) essas distintas respostas podem estar relacionadas às condições edafoclimáticas que as plantas de orégano foram submetidas.

A adubação orgânica favorece o aumento nos parâmetros de crescimento para a cultura do orégano (Corrêa et al., 2010), o que também foi constatado neste estudo. Podendo relacionar-se ao fato de os adubos orgânicos fornecerem a maioria dos nutrientes essenciais para as plantas.

Para a característica número de folhas (NF), as plantas cultivadas sob malha azul obtiveram o maior valor, independente da fonte nutricional utilizada, quando se compara às plantas cultivadas ao pleno sol, observa-se que houve aumento de 38 % para o orégano cultivado sob malha azul (Tabela 3). Ao trabalharem com plantas de orégano, porém com doses de biofertilizante, Bettoni et al. (2014) encontraram resposta linear para o número de folhas, ou seja, a maior dose do biofertilizante foi aquela que proporcionou o maior número de folhas.

As folhas são os principais órgãos fotossintetizantes e, plantas mantidas sob maior incidência luminosa tendem a apresentar maior número de folhas, fato que não foi detectado no presente trabalho, possibilitando afirmar que essa característica varia conforme a espécie que se estuda, ou seja, diferentes espécies obtêm diferentes respostas quando expostas à incidência de luz.

As plantas que obtiveram maior incremento de massa de folhas secas foram aquelas cultivadas sob malha azul com Latossolo+esterco bovino, não diferindo estatisticamente daquelas cultivadas sob malha vermelha (Tabela 4).

Quando se compara o acúmulo de massa de folhas secas (obtido nas plantas cultivadas sob malha azul e com esterco bovino) com as plantas que acumularam a menor massa das folhas secas (plantas cultivadas sob pleno sol e o Latossolo como substrato), houve aumento de cerca de 60 %.

Vale lembrar que a formação de maior massa de folhas secas é um dos principais objetivos para os produtos de ervas aromáticas e medicinais, por se tratar da parte comercial e de interesse econômico. É exatamente nesta parte da planta que se obtém o óleo essencial do orégano. No entanto, maior índice de massa seca não implica diretamente na maior quantidade de óleo essencial.

Ao trabalharem com plantas de orégano, Corrêa et al. (2012) constataram que as malhas coloridas não influenciaram na formação de massa seca total, já o ambiente com 100 % de incidência solar reduziu significativamente esta variável, assim como o ambiente de luz não influenciou a formação de massa seca de folhas.

TABELA 4. Massa das folhas secas (MFS) e massa do caule seco (MCS) de plantas de *Origanum vulgare* L. cultivadas sob malhas fotoconversoras e distintos substrato. Cruz das Almas-BA, 2014.

AMBIENTE DE LUZ	MFS (g)					
	SUBSTRATO					
	Latossolo + NPK	Latossolo + EB	Latossolo + CO	Latossolo	Média	
PLENO SOL	6,1 aB	10,2 abA	6,9 abAB	5,2 bB	7,1	
MALHA AZUL	8,4 aB	12,9 aA	9,8 aAB	11,1 aAB	10,6	
MALHA VERMELHA	5,3 aB	9,6 abA	6,0 bB	10,2 aA	7,8	
MALHA CINZA	8,2 aA	8,7 bA	5,8 bA	5,3 bA	7,0	
Média	7,0	10,4	7,1	8,0		
	MCS (g)					Média
PLENO SOL	8,8 aA	12,0 bA	9,4 aA	9,0 bA	9,8	
MALHA AZUL	11,7 aB	16,5 aA	12,9 aAB	14,8 aAB	14,0	
MALHA VERMELHA	9,4 aC	14,6 abAB	10,8 aBC	15,1 aA	12,5	
MALHA CINZA	12,2 aAB	13,7 abA	9,2 aB	8,3 bB	10,9	
Média	10,5	14,2	10,6	11,8		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para cada variável.

Com relação ao incremento de massa de folhas secas, as plantas cultivadas sob malha vermelha apresentaram maiores valores, sendo que estas foram cultivadas apenas em Latossolo Amarelo, sem adubação; estas, por sua vez, não diferiram estatisticamente das plantas cultivadas sob malha cinza e que receberam o NPK. Isto pode ser relacionado ao fato de os adubos minerais estarem prontos para a absorção por parte dos vegetais, sem precisarem passar pelo processo de mineralização.

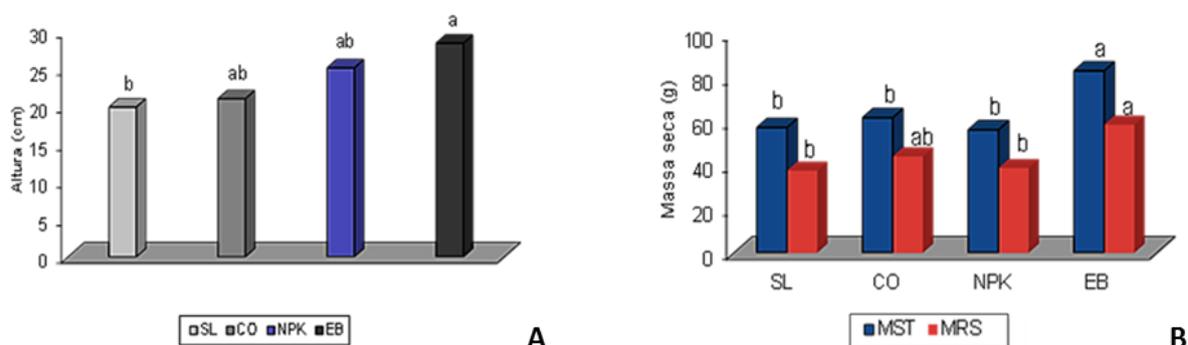
Assim como para a formação de MFS, a variável massa de caule seco (MCS) teve aumento favorecido pelo uso dos substratos. Observando que as plantas cultivadas sob malha azul e no substrato Latossolo+esterco bovino foram aquelas que obtiveram maior incremento de massa de caule seco. Quando estes valores são comparados aos das plantas com menor incremento de massa de caule, nota-se aumento de 45 % para aquelas sob malha azul e em substrato composto por Latossolo+esterco bovino.

Em plantas de *M. piperita*, Costa et al. (2012) constataram que, quando são cultivadas sob pleno sol e malhas preta e vermelha, elas produzem maior massa seca de folhas; esta resposta, os autores relacionaram ao fato de as plantas cultivadas nestas condições de luz terem obtido maior área foliar.

O uso de distintos substratos contribuiu com o aumento da altura das plantas de orégano e da formação de massa seca da raiz e total (Figura 4). Para a altura

das plantas (Figura 4A) aquelas que receberam o esterco bovino no substrato, apresentaram maiores valores para esta característica de crescimento, no entanto, não diferiu estatisticamente das plantas que receberam adubação mineral e o composto orgânico. Esse valor positivo para as plantas cultivadas em substrato com esterco bovino pode estar relacionado ao fato de que, ao se adicionar adubos orgânicos ao solo, na maioria das vezes, resulta em resposta positiva na produção vegetal, favorecendo o crescimento vegetativo.

Não houve diferença significativa para a altura das plantas cultivadas com substratos que continham adubação orgânica e mineral (esterco bovino, composto orgânico e NPK), mas diferiu da altura média dos oréganos cultivados apenas em Latossolo. E, em termos percentuais, ao se comparar as plantas com maior altura com as menos altas, percebe-se aumento em torno de 22 % para os oréganos cultivados em Latossolo+esterco bovino, que foram as plantas que apresentaram maior altura.



Colunas seguidas pela mesma letra, para cada variável, não difere estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

FIGURA 4. Altura (A) e massa seca (B) das plantas de *Origanum vulgare* L. cultivadas com distintos substratos (SL: Latossolo; CO: composto orgânico; NPK: adubação mineral; EB: esterco bovino). Cruz das Almas-BA, 2014.

O uso do Latossolo+esterco bovino também proporcionou maior incremento para ambas as características massa de raiz seca e massa seca total (Figura 4B). Os demais substratos não apresentaram diferença estatística para a formação de massa seca total; já para a formação de massa de raiz seca, observa-se que o uso do esterco bovino contribuiu com este aumento; mas, não diferiu estatisticamente da formação de massa de raiz seca nas plantas adubadas com o composto orgânico. Mostrando, assim, que o uso de matéria orgânica tem grande influência na aumento de massa de raiz.

Plantas de *Ocimum basilicum* L. não mostraram diferença significativas para o uso de substratos no aumento de massa seca (Luz et al., 2014), porém em plantas de “mil-folhas”, Ferraz et al. (2014) comprovaram que a presença do esterco bovino favoreceu o acúmulo de massa seca da parte aérea.

Para a formação de massa seca total, o substrato contendo esterco bovino proporcionou às plantas de orégano 83 g, em média. O equivalente a 32 % de aumento desta variável, quando comparada às plantas que foram adubadas com NPK, que proporcionou formação média de massa seca total de 56 g. Para a massa das raízes secas a diferença foi de 36 %, ao se comparar os valores obtidos nas plantas que foram adubadas com esterco bovino (58 g) e o uso apenas do Latossolo sem adubação (37 g).

Corrêa et al. (2010) também trabalhando com a cultura do orégano, com adubação orgânica, constataram que a adubação orgânica influencia significativamente a produção de massa seca para esta cultura. Souza et al. (2010) também constataram que a adubação orgânica proporcionou aumento de massa seca em plantas de *Lippia citriodora* Kunth. O que pode estar ligado ao fornecimento de nutrientes por parte dos adubos orgânicos para os vegetais, uma vez que estes se caracterizam pela presença de grandes quantidades de nutrientes, em especial, de macronutrientes. Além disso, as respostas positivas das plantas de orégano podem ser justificadas porque esta cultura possui boa aceitação à adubação orgânica, assim como a maioria das plantas.

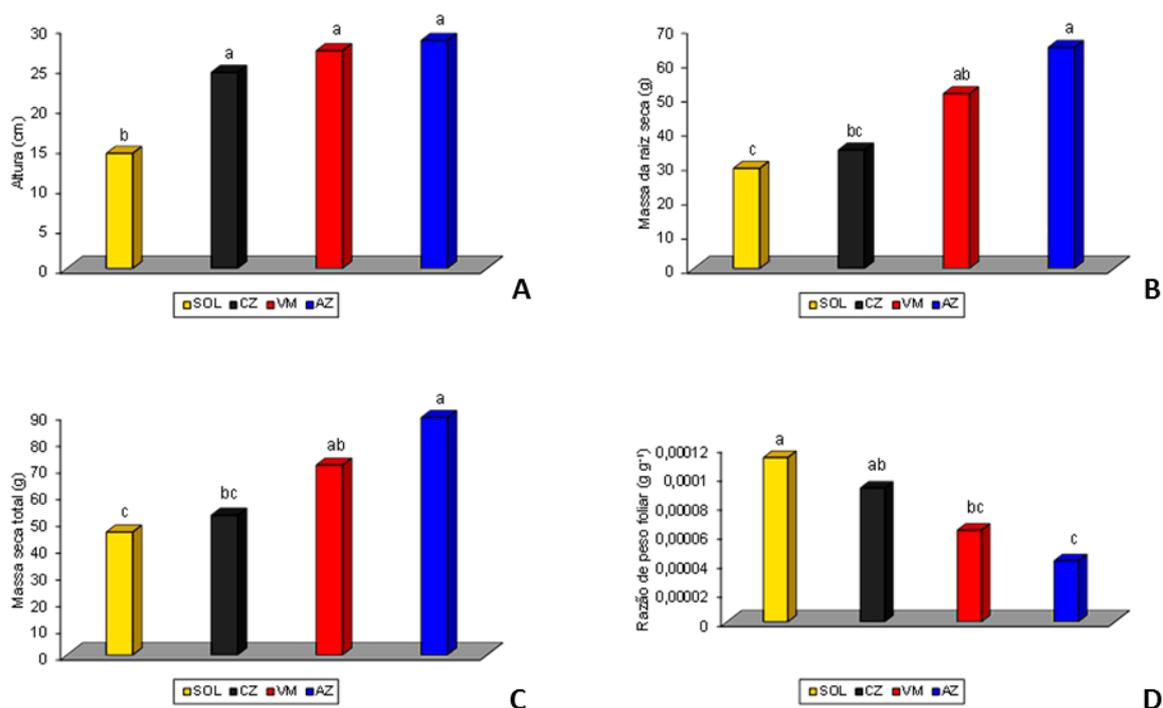
Para a quantidade de massa seca em plantas de “mil-folhas”, Ferraz et al. (2014) encontraram resposta linear quando foram usadas doses crescentes de adubos orgânicos. Ou seja, à medida que foi aumentando a dose do adubo orgânico, maior foi a massa seca para esta planta.

As malhas coloridas contribuíram com alguns parâmetros de crescimento de plantas de orégano. Dentre estes, estão altura, massa da raiz seca, massa seca total e a razão de peso foliar (Figura 5).

Para a altura das plantas, aquelas cultivadas nos ambientes protegidos pelas malhas fotoconversoras apresentaram maiores valores; no entanto, dentre as condições de luz, não houve diferença estatística, para as plantas que cresceram sob malha azul, vermelha e cinza, possibilitando afirmar que a altura das plantas de orégano são mais influenciadas pela intensidade do que pela qualidade da luz

(Figura 5A). O ambiente de luz pleno sol fez com que as plantas obtivessem menores valores para o parâmetro altura (14 cm).

Ao trabalhar com *Ocimum gratissimum*, Fernandes (2012) constatou que as plantas crescidas com sombreamento apresentaram maior altura. Isso pode ser explicado porque as plantas apresentam distintas resposta a intensidade de radiação luminosa, sendo que a altura é um dos estímulos de resposta mais rápidos ao sombreamento (Morelli & Robertti, 2000). E, de acordo com algumas pesquisas, espécies medicinais apresentam maior crescimento em altura nas plantas que receberam algum sombreamento (Sales et al., 2009; Luz et al., 2014).



Colunas seguidas pela mesma letra, para cada variável, não difere estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

FIGURA 5. Altura (A); massa da raiz seca (B); massa seca total (C) e razão de peso foliar (D) de plantas de *Origanum vulgare* L. cultivadas sob malhas coloridas e a pleno sol (SOL: pleno sol; CZ: malha cinza; VM: malha vermelha; AZ: malha azul). Cruz das Almas-BA, 2014.

A malha de cor azul transmite banda larga em 470 nm, comprimento de onda em que ocorre o maior estado de excitação da clorofila, devido os altos estados de excitação energética que a luz azul propicia; isso pode explicar o fato das plantas crescidas sob malha azul terem apresentado maiores alturas. Embora não diferindo estatisticamente das cultivadas sob malha vermelha e na malha cinza.

As plantas crescidas sob malha azul proporcionaram aumento na produção de massa das folhas secas (Tabela 4), isso pode explicar o fato de as raízes de tais

plantas possuírem maior massa seca, quando comparadas àquelas cultivadas sob outros ambientes de luz; considerando também que, as folhas são o centro de produção de massa e que o resto da planta depende da exportação de fotoassimilados da folha, com isso, o sistema radicular foi beneficiado, favorecendo assim, o aumento de massa nesta parte do vegetal (Figura 5B). A mesma relação pode ser feita com o aumento de massa seca total nas plantas que cresceram sob malha azul. Neste ambiente, as plantas absorveram de forma mais eficiente as ondas de luz, o que fez com que estas apresentassem valores mais elevados que as outras plantas cultivadas em outros ambientes de luz.

Em relação à formação de massa seca, no caso de plantas de *Melissa officinalis* L., Meira et al. (2012) mostraram que sombreamento de 50 % aumentou este parâmetro avaliado.

Diferentes plantas obtêm distintos comportamentos quando submetidas às diversas condições ambientais. O que varia de espécie para espécie, como constatado para a cultura da hortelã-japonesa, que, quando cultivada sob malhas coloridas, detectou-se que as plantas que estavam em pleno sol apresentaram maior formação de massa seca total (Chagas et al. 2013). No entanto, plantas de *Melissa officinallis* (Brant et al., 2009), e plantas de guaco (Souza et al., 2011b) acumularam mais matéria seca quando cultivadas sob malhas, do que as que permaneceram sob pleno sol.

As plantas crescidas sob pleno sol apresentaram maior razão de peso foliar e menor translocação de material das folhas para as demais partes da planta (Figura 5D), quando comparada aos outros tratamentos, o que explica o baixo acúmulo de massa seca de raiz (Figura 5B). A razão de peso foliar (RPF) expressa a quantidade de massa não transferida das folhas para outras partes da planta (Peixoto et al., 2011).

Situação distinta foi encontrada por Chagas et al. (2013) em plantas de hortelã-japonesa. Nesta pesquisa, eles constataram que o acúmulo de massa seca pelas raízes se deu em plantas cultivadas em pleno sol. Isso pode ser explicado porque as respostas quanto à intensidade luminosa e, em especial, o uso das malhas, será diferente para cada espécie vegetal, mesmo pertencendo a mesma família botânica, o que ocorre com as plantas de hortelã-japonesa e o orégano, ambas pertencentes à família Lamiaceae, entretanto, apresentam respostas diferentes às modificações ambientais que são expostas.

Corrêa et al. (2012) obtiveram maior RPF nas plantas cultivadas sob malha azul, o que eles relacionaram a maior retenção de fotoassimilados nas folhas destas plantas em relação às cultivadas a pleno sol e complementaram afirmando que a maior exportação de nutrientes para as demais partes da planta foi obtida em plantas cultivadas em pleno sol.

Em relação às trocas gasosas em plantas de orégano, observa-se na Figura 6, que, as plantas adubadas com NPK, e que estavam sob pleno sol obtiveram maior taxa fotossintética, assim como para todos os substratos utilizados, exceto as plantas que foram cultivadas com o composto orgânico, que apresentando maior taxa fotossintética quando cultivadas sob malha azul.

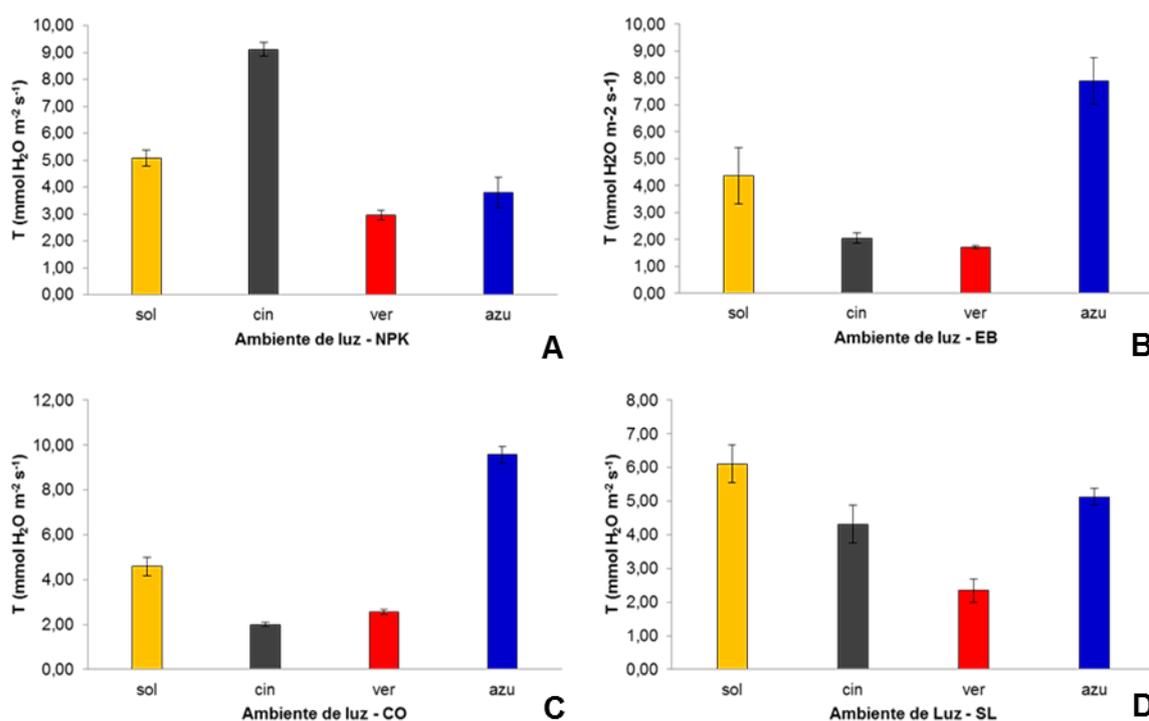


FIGURA 6. Desvio padrão para A: taxa fotossintética em plantas de *Origanum vulgare* L. cultivadas sob malhas coloridas e a pleno sol (Sol: pleno sol; Cin: malha cinza; Ver: malha vermelha e azu: malha azul) e distintos substrato (A - NPK: adubação mineral; B - EB: esterco bovino; C - CO: composto orgânico e D - SL: Latossolo). Cruz das Almas-BA, 2014.

As plantas que receberam algum sombreamento apresentaram menores valores de taxa assimilatória. Para Schock et al. (2014) as reduções em parâmetros de trocas gasosas ocorreram em virtude da baixa disponibilidade de irradiância e da redução de temperatura influenciadas pela sazonalidade, reduzindo as taxas

fotossintéticas. A baixa taxa fotossintética nas plantas cultivadas sob malha cinza pode ser explicada devido a menor área foliar obtida.

Os valores para taxa assimilatória foram superiores aos encontradas por Marques et al. (2009) que obtiveram aos 90 dias após o cultivo de plantas de orégano com diferentes lâminas de irrigação, assimilação de $7,5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Enquanto que neste trabalho, foi encontrada assimilação superior a $20 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. O que pode ser relacionado ao tratamento utilizado por eles, já que esta pesquisa se trata de ambientes de luz. E a taxa assimilatória pode ser influenciada por distintos fatores, como: a diferença de concentração de CO_2 nos espaços intercelular e extracelular, o grau de abertura estomática e com a turgescência das células-guarda (Messinger et al., 2006).

Observa-se na Figura 7, com exceção das plantas que não receberam adubação (Figura 7D) que, a taxa transpiratória foi maior para as plantas que estavam em algum sombreamento. Isso pode estar relacionado, segundo Souza et al. (2011a) à menor variação na umidade relativa do ar, já que esta, é uma das características comuns em ambientes protegidos ou parcialmente protegidos. Esta variação ocorre devido estes contribuírem com o desenvolvimento dos vegetais, por meio do sinergismo da temperatura, umidade do ar e radiação solar. Significando que, os ambientes protegidos criam um microclima favorável e oferecem amparo contra efeitos meteorológicos que afetam as plantas.

Por outro lado, maior transpiração pode aumentar a espessura da camada limítrofe de vapor de água existente na interface folha ar, aumentando a resistência à entrada de CO_2 através dos estômatos, influenciando na relação entre taxa assimilatória líquida e concentração de carbono. É importante lembrar que, em condições naturais, à medida que a temperatura se eleva, a umidade relativa do ar diminui e as respostas dos diversos processos metabólicos das plantas refletem na interação entre estes fatores (Medina et al. 1999).

Com o aumento da temperatura, ocasionada pela maior radiação sobre as folhas, ocorre o aumento na diferença de pressão de vapor entre o ar e a folha, fazendo com que aumente a transpiração e elevando a taxa transpiratória (Luttge, 1997), o que se constatou nas plantas cultivadas sob pleno sol e que não receberam adubação (Figura 7D).

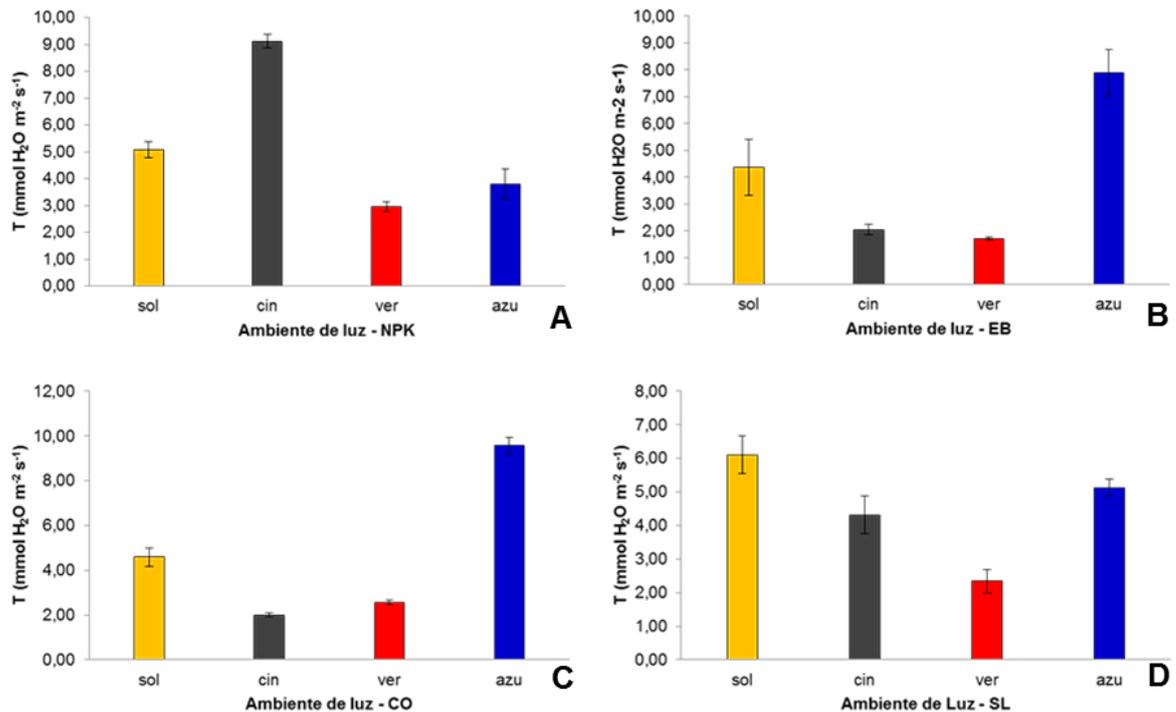


FIGURA 7. T (taxa transpiratória) de plantas de *Origanum vulgare* L. cultivadas sob malhas fotoconversoras (Sol: pleno sol; Cin: malha cinza; Ver: malha vermelha e azu: malha azul) e distintos substrato (NPK: adubação mineral; EB: esterco bovino; CO: composto orgânico e SL: solo). Cruz das Almas-BA, 2014.

Para a condutância estomática (Figura 8), as plantas cultivadas no Latossolo+NPK apresentaram maior valor quando permaneceram sob pleno sol e sob malha cinza, isso pode ser relacionada à incidência solar ser maior nestes ambientes, quando comparado ao ambiente de malha azul e malha vermelha.

As plantas que estavam no Latossolo+esterco bovino apresentaram maior condutância estomática sob a malha azul, assim também ocorreu com aquelas que foram cultivadas no substrato composto por Latossolo+composto orgânico. Apresentando menor condutância aqueles oréganos cultivadas sob malha cinza e sob malha vermelha (tanto para as plantas cultivadas em Latossolo+esterco bovino e Latossolo+composto orgânico).

Quando as plantas foram cultivadas apenas em Latossolo, o ambiente de pleno proporcionou aos vegetais maior condutância estomática, isso porque, plantas submetidas a condições em que a presença da água possa ser reduzida além de causar uma redução da abertura estomática também reduzem o tempo em que os estômatos permanecem abertos (Santos et al., 2014), já que a condutância estomática (*gs*) está relacionada com a abertura dos estômatos, ou seja, a

resistência associada à difusão de CO₂ pela abertura estomática (Silveira et al., 2013).

As mudanças na resistência estomática são importantes para a regulação da perda de água pela planta e para o controle da taxa de absorção de dióxido de carbono necessário à fixação contínua durante a fotossíntese (Taiz & Zeiger, 2009).

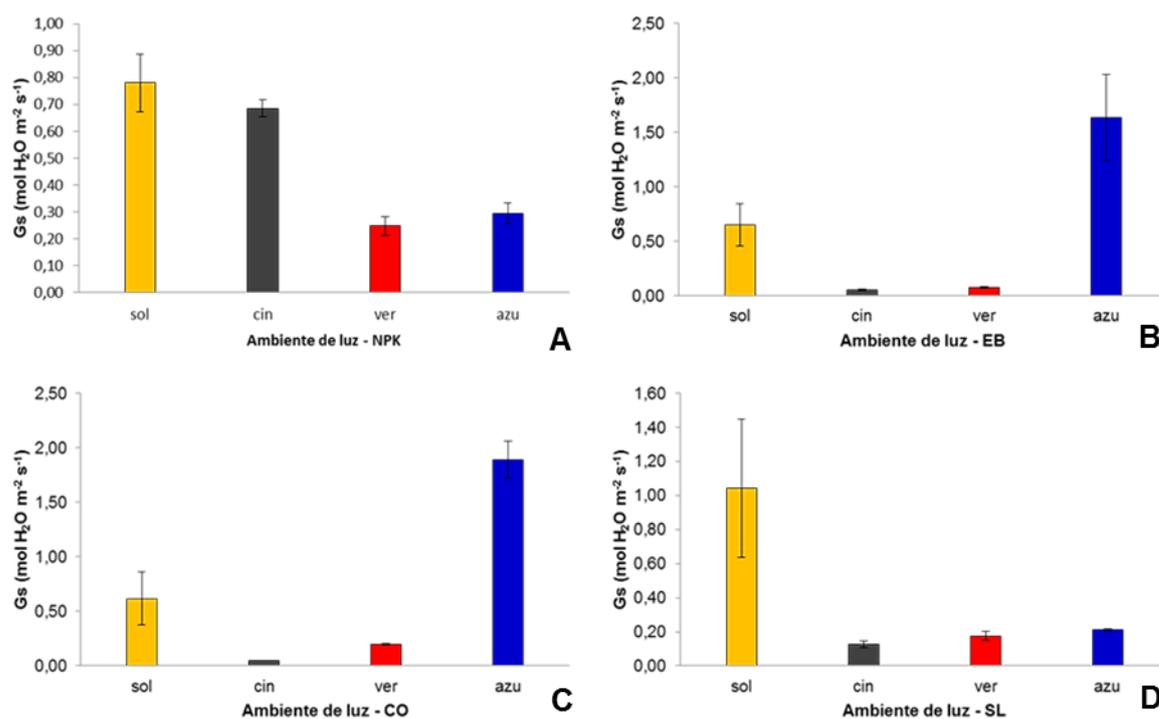


FIGURA 8. *gs* (condutância estomática) em plantas de *Origanum vulgare* L. cultivadas sob malhas fotoconversoras (Sol: pleno sol; Cin: malha cinza; Ver: malha vermelha e azu: malha azul) e distintos substrato (NPK: adubação mineral; EB: esterco bovino; CO: composto orgânico e SL: solo). Cruz das Almas-BA, 2014.

A condutância estomática varia com a frequência, tamanho, forma e diâmetro foliar, além dos fatores ambientais e da ontogenia das folhas (Para England & Attiwill, 2011); embora, alguns estudos possam sugerir que as mudanças na condutância estomática estão relacionadas com o desenvolvimento dos estômatos (Carvalho, 2011). O que foi constatado nesta pesquisa ao se relacionar a condutância estomática com a área foliar, observa-se na Tabela 3, que as plantas que apresentaram maior área foliar, foram as plantas cultivadas sob malha azul e adubadas com esterco bovino, o que também foi constatado em relação à condutância estomática (Figura 8B).

O uso do esterco bovino proporcionou aumento na taxa de assimilação e na condutância estomática e, para a transpiração da cultura, esta fonte nutricional (esterco bovino) não teve influência, isso foi constatado por Santos et al. (2010) em plantas de alface em distintos substratos.

Na Figura 9 estão os valores relacionados à concentração interna de CO₂. Onde se percebe que as plantas que foram adubadas com NPK não diferiram estatisticamente para este parâmetro de troca gasosa, considerando que a concentração interna de CO₂ (Ci) no mesofilo é reduzida pelo fechamento estomático.

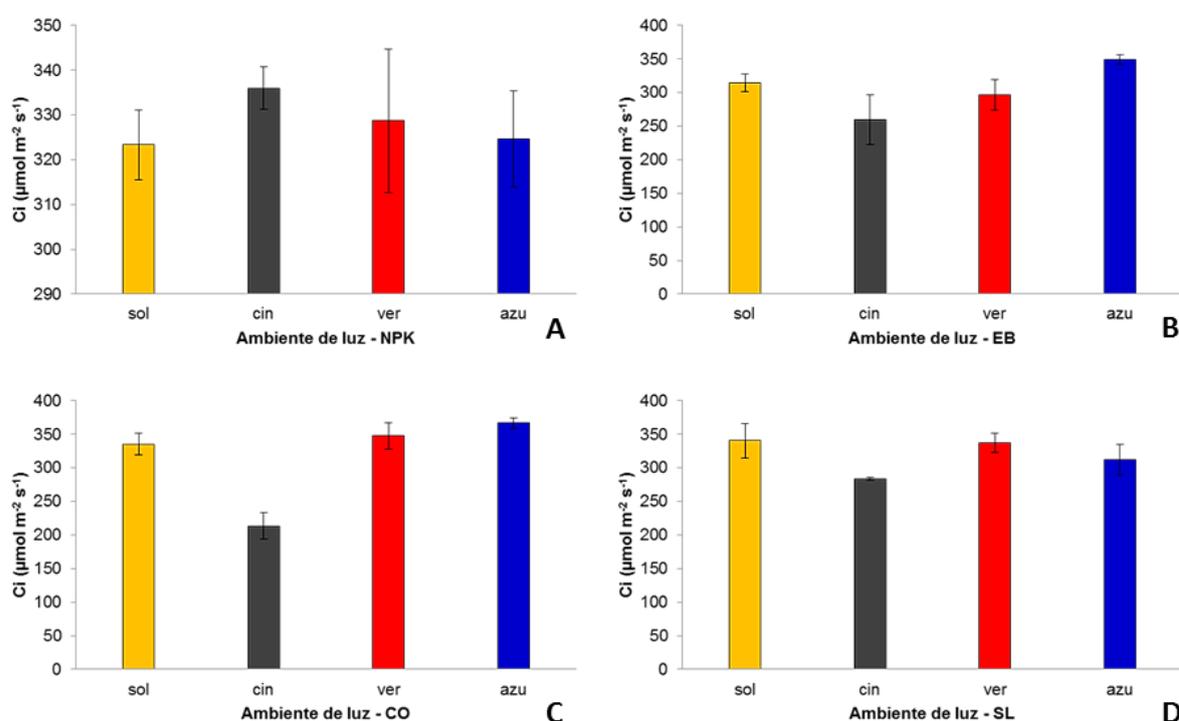


FIGURA 9. Ci (concentração interna de CO₂) em plantas de *Origanum vulgare* L. cultivadas sob malhas coloridas e a pleno sol (Sol: pleno sol; Cin: malha cinza; Ver: malha vermelha e azu: malha azul) e distintos substrato (A - NPK: adubação mineral; B - EB: esterco bovino; C - CO: composto orgânico e D - SL: Latossolo). Cruz das Almas-BA, 2014.

O maior Ci observado neste experimento foi detectado nas plantas cultivadas no substrato Latossolo sem adubo e nas que foram adubadas com composto orgânico. No entanto, as plantas que permaneceram sob malha cinza e com adubação com composto orgânico apresentaram menor concentração interna de carbono, bem como as plantas que não receberam adubação. O que está diretamente relacionado à taxa assimilatória, ou seja, quanto menor a taxa

assimilatória, maior será a concentração de carbono interno. Assim como os fatores ambientais, os fatores químicos exercem influência na absorção de CO₂ pelas plantas (Taiz & Zeiger, 2009).

Na Figura 10 estão os valores referentes à radiação fotossinteticamente ativa em que as plantas de orégano foram submetidas. Percebe-se que o ambiente modificado com a malha vermelha apresentou menor incidência de radiação.

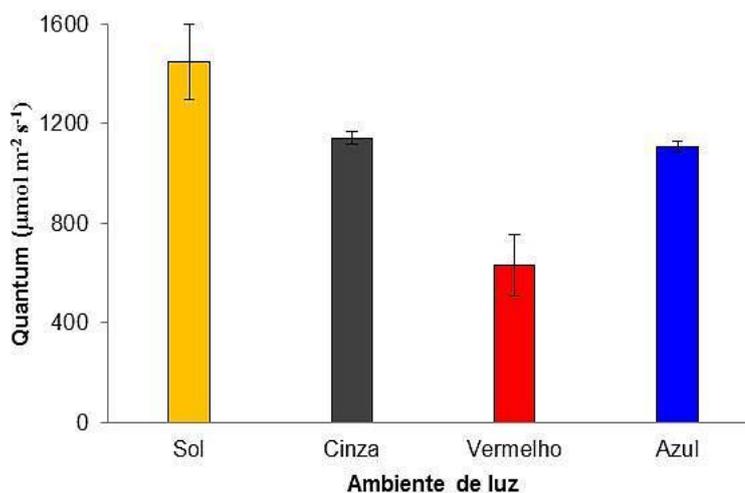


FIGURA 10. Variação da radiação fotossinteticamente ativa para os quatro ambientes de cultivo das plantas de *Origanum vulgare* L. (SOL: pleno sol; CINZA: malha cinza; VERMELHO: malha vermelha; AZUL: malha azul). Cruz das Almas-BA, 2014.

O uso de telas coloridas pode alterar consideravelmente a quantidade de radiação interna e provocar reduções intensas na radiação fotossinteticamente ativa, temperatura e umidade relativa (Sassaqui, 2013).

Sob malha azul, há transmissão de luz em uma banda abrangente em 470 nm, também picos na região do vermelho-distante e infravermelho (acima de 750 nm); já a malha vermelha tem maior transmitância em comprimentos de onda acima de 590 nm e um pico menor em torno de 400 nm (Oren-Shamir et al., 2001). No entanto, não é possível afirmar qual a distribuição espectral da luz que estava sobre as plantas de orégano, pois a medição foi realizada apenas da quantidade de luz incidente e não da qualidade.

Esses valores de incidência luminosa nos ambientes de luz podem justificar as respostas das plantas que diferiram de valores encontrados por outros pesquisadores em plantas da família Lamiaceae cultivadas sob modificações luminosas com o uso de malhas coloridas. Isso porque, quando a luz age, uma série

de respostas em plantas acontece, influenciando no padrão de muitos processos fisiológicos como o porte da planta e o desenvolvimento vegetativo.

As mudanças no microclima alteram o metabolismo e morfologia de plantas (Costa et al., 2011), o que pode ser constatado nesta pesquisa, em relação ao crescimento das plantas, que foi afetado pelo uso das malhas coloridas.

A luz é a principal responsável pelas reações químicas e fisiológicas nos vegetais e, a cor e a modificação na sua qualidade são a causa das respostas das plantas ao ambiente modificado. E, de acordo com Matheny (1992), as diferenças na qualidade espectral da luz refletida por coberturas coloridas podem influenciar no rendimento das culturas de maneira geral.

CONCLUSÕES

O uso de malhas azul e vermelha em interação com o substrato contendo Latossolo+esterco bovino proporciona aumento na massa de caule seco em plantas de orégano.

O acúmulo de massa de folhas secas em plantas de orégano é maior quando se usa a malha azul e substrato Latossolo+esterco bovino.

O uso da malha azul contribui com o aumento da altura das plantas, massa de raiz seca e massa seca total e a condição de cultivo sob pleno sol contribui com a maior razão de peso foliar.

A taxa fotossintética em plantas cultivadas sob pleno sol é maior do que as plantas cultivadas em ambiente protegido.

A concentração interna de carbono é inferior em plantas cultivadas sob malha cinza e adubadas com composto orgânico.

REFERÊNCIAS

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. FUNEP. Jaboticabal-SP. 41p. 2003.

BETTONI, M.B.; FABBRIN, E.G.S.; PROCOPIUK, M.; MÓGOR, A.F. Crescimento de mudas de orégano submetidas a doses e frequências de aplicação de Ácido L-glutâmico em sistema orgânico. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v.16, n.1, p.83-88, 2014.

BRANT, R.S.; PINTO, J.E.B.P.; ROSAL, L.F.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; FERRI, P.H.; CORRÊA. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1401-1407, 2009.

BRANT, R.S.; PINTO, J.E.B.P.; ROSAL, L.F.; ALVES, C.; OLIVEIRA, C.; ALBUQUERQUE, C.J.B. Adaptações fisiológicas e anatômicas de *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) cultivadas sob malhas termorrefletoras em diferentes intensidades luminosas. **Rev. Bras. de plantas medicinais**. v.13, n.4, p.467-474, 2011.

CARVALHO, F.P. **Características fisiológicas do cafeeiro após aplicação do glyphosate**. 2011. 48p. Dissertação (Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina.

CHAGAS, J.H.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; COSTA, A.G.; JESUS, H.C.R.; ALVES, P.B. Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.2, p.297-303, 2013.

CORRÊA, R.M.; PINTO, J.E.B.P.; REIS, E.S.; COSTA, L.C.B.; ALVES, P.B.; NICULAN, E.S.; BRANT, R.S. Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.12, n.1, p.80-89, 2010.

CORRÊA, R.M.; 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. **Gl. Sci. Technol.**, v.5, n.1, p.11-22, 2012.

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

ENGLAND, J.R.; ATTIWILL, P.M. Changes in stomatal frequency, stomatal conductance and cuticle thickness during leaf expansion in the broad-leaved evergreen species, *Eucalyptus regnans*. **Trees - Structure and Function**, 2011.

FERNANDES, V.F. **Crescimento, produção do óleo essencial e anatomia foliar de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) em diferentes níveis de radiação**

luminosa. 2012. 78p. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal). Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, Ilheus-BA.

FERRAZ, E.O.; BERTOLUCCI, S.K.V.; PINTO, J.E.B.P.; BRAGA, A.F.; COSTA, A.G. Organic systems in the growth and essential-oil production of the yarrow. **Rev. Ciênc. Agrônômica**, v.45, n.1, p.111-119, 2014.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises estatísticas e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FERREIRA, T.A.; SILVA, E.H.C.; RIBEIRO, M.M.C.; CHAVES, P.P.N.; NASCIMENTO, I.R. Acúmulo de clorofila e produção de biomassa em hortelã-verde sob diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.5, p.41-45, 2012.

KAWABATA, A.F.; LICHTY, J.S.; Kobayashi, K.D.; SAKAI, W.S. Effects of photoselective shade cloths on potted *Dracaena deremensis* 'Janet Craig' and *Dracaena marginata* 'Colorama'. **Journal of Hawaiian and Pacific Agriculture**, v.14, p.49-54, 2007.

LUTTGE, U. Interaction of stress factors and the midday depression in plants with C3: photosynthesis. **Physiological Ecology of Tropical Plants**, v.35, p.122-124, 1997.

LUZ, J.M.Q.; RESENDE, R.F.; SILVA, S.M.; SANTANA, D.G.; CAMILO, J.S.; BLANK, A.F.; HABER, L.L. Produção de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v.13, n.1, 69–80, 2014.

MARQUES, P.A.A.; BERNARDI FILHO, L.; SANTOS, A.C.P. Crescimento, produção de óleo essencial e trocas gasosas em orégano influenciados por diferentes lâminas de irrigação. **Cienc. Rural**, v.39, n.6, 2009.

MATHENY, T.A.; HUNT, P.G.; KASPERBAUER, M.J. Potato tuber productions in response to reflected light from different colored mulches. **Crop Science**, v.32, p.1021-1024, 1992.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M.A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.11, n.1, p.29-34, 1999.

MEIRA, M.R.; MARTINS, E.R.; MANGANOTTI, S.A. Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de melissa (*Melissa officinalis* L.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Rev. bras. plantas medicinais**, v.14, n.2, p. 352-357, 2012.

MESSINGER, S.M.; BUCKLEY, T.N.; MOTT, K.A. Evidence for involvement of photosynthetic processes in the stomatal response to CO₂. **Plant Physiology**, v.140, n.2, p.771-778, 2006.

MORELLI, G.; RUBERTI, I. Shade avoidance responses. Driving auxin along lateral routes. **Plant Physiology**, v.122, p.621-626, 2000.

OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E.E.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y.E. 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.

PEIXOTO, C.P., CRUZ, T.V., PEIXOTO, M.F.S.P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e prática. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, v.7, p.51-76, 2011.

ROSAL, L.F.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; BRANT, R.S.; NICULAU, E.S.; ALVES, P.B. Produção vegetal e de óleo essencial de boldo pequeno em função de fontes de adubos orgânicos. **Rev. Ceres**, v.58, n.5, p. 670-678, 2011.

SALES, J. F.; PINTO, J. E. B. P. PINTO.; FERRI, P. H.; SILVA, F. G.; OLIVEIRA, C.B.A.; BOTREL, P. P. Influencia do nível de irradiância no crescimento, produção e composição química do óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hyptis marruboides* Epl.). **Semina. Ciências Agrárias**, v.30, p.379-386, 2009.

SANTOS, C.M.; GONÇALVES, E.R.; ENDRES, L.; GOMES, T.C.A.; JADOSKI, C.J.; NASCOMENTO, L.A.; SANTOS, E.D. Photosynthetic measurements in lettuce submitted to different agroindustrial residue composting. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.3, n.3, 2010.

SANTOS, L.M.; SILVA, E.C.; SILVA JÚNIOR, C.D. Análise preliminar das trocas gasosas, fluorescência da clorofila e potencial hídrico de plantas de juazeiro em uma região semi-árida de Sergipe, Brasil, **Scientia Plena**, v.10, n.2, 2014.

SASSAQUI, A.R. **Influência de ambientes protegidos e substratos sobre a emergência e formação de mudas de gravioleira**. 2013. 63p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-graduação em Agronomia. Aquidauana, MS.

SCHOCK, A.A.; RAMM, A.; MARTINAZZO, E.G.; SILVA, D.M.; BACARIN, M.A. Crescimento e fotossíntese de plantas de pinhão-mansão cultivadas em diferentes condições de luminosidade. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.18, n.1, p.3–9, 2014.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. G.; CARDOSO, D. P.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; NASCIMENTO, I. R.; BARBOSA, L. C. A. Efeito da adubação mineral na produção de biomassa e no teor e composição do óleo essencial do capim-citronela. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 04, p. 852-858, 2013.

SILVA, J.A.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, G.S.; CAVALCANTE, L.F.; OLIVEIRA, A.N.P.; ARAÚJO, M.A.M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p.253–257, 2012.

SILVEIRA, H.M.; FERREIRA, E.A.; SILVA, D.V.; CASTRO NETO, M.D.; CARVALHO, F.P.; SANTOS, J.B.; SILVA, A.A. Características fisiológicas de cultivares de mandioca após aplicação do mesotrione. **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.403-409, 2013.

SOUZA, C.D.; FERNANDES, D.P.; BARROSO, M.R.; PORTES, T.A. Transpiração de espécies típicas do cerrado medida por transpirômetro de equilíbrio e porômetro. **Cerne**, v.17, p.509-515, 2011.

SOUZA, G.S.; CASTRO, E.M.; SOARES, A.M.; SANTOS, A.R.; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, suplemento 1, p.1843-1854, 2011a.

SOUZA, G.S.; CASTRO, E.M.; SOARES, A.M.; PINTO, J.E.B.P.; RESENDE, M.G.; BERTOLUCCI, S.K.V. Crescimento, teor de óleo essencial conteúdo de cumarina de plantas jovens de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Biotemas**, v.24, p.1-11, 2011b.

SOUZA, M.F.; SOUZA JUNIOR, I.T.; GOMES, P.A.; FERNANDES, L.A.; MARTINS, E.R.; COSTA, C.A.; SAMPAIO, R.A. Calagem e adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em *Lippia citriodora* Kunth. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v.12, n.4, p.401-405, 2010.

SOUZA, U.O.; SANTOS, L.G.; CARVALHO, G.B.; SANTOS, A.R.; SOUZA, G.S. Adubação fosfatada e qualidade de luz modificada no desenvolvimento e produtividade da cultura do amendoim. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, v.8, n.15, p.16-35, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. (4 ed.), 848 p. 2009.

CAPÍTULO 2

Anatomia, teor e composição de óleo essencial em folhas de orégano cultivado sob malhas coloridas e adubação orgânica e mineral²

²Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas

Anatomia, teor e composição de óleo essencial em folhas de orégano cultivado sob malhas coloridas e adubação orgânica e mineral

Autora: Vanuze Costa de Oliveira

Orientador: Dr. Anacleto Ranulfo dos Santos

Co-orientadora: Dr^a. Girlene Santos de Souza

RESUMO

Objetivou-se avaliar o teor de óleo essencial e características anatômicas em folhas de orégano quando cultivadas sob malhas coloridas e distintos substratos. Plantas de orégano foram cultivadas em vasos de 3 L submetidas aos seguintes tratamentos em esquema fatorial 4X4: adubação com esterco bovino, composto orgânico, NPK e o solo como testemunha absoluta; e cultivo sob pleno sol (testemunha absoluta), malha azul, malha vermelha e malha cinza. Foi adotado o DIC com seis repetições. Foram avaliadas características anatômicas de pecíolo e folha e o teor de óleo essencial. Observa-se que o ambiente de luz e os substratos possibilitam modificações na anatomia em folhas de orégano e no aumento do teor de óleo essencial, assim como influencia na composição química deste metabólito secundário.

Palavras-chave: *Origanum vulgare* L., metabólitos secundários, anatomia vegetal, malhas coloridas, nutrição vegetal.

Anatomy, content and composition of essential oil in leaves of oregano grown under colourful mesh and organic fertilization and mineral

Autora: Vanuze Costa de Oliveira

Orientador: Dr. Anacleto Ranulfo dos Santos

Co-orientadora: Dr^a. Girlene Santos de Souza

ABSTRACT

Aimed to evaluate the essential oil content and anatomical characteristics in leaves of oregano when grown under distinct substrates and colourful mesh. Oregano plants were grown in pots of 3 L subjected to the following treatments in factorial scheme 4x4: fertilizing with cattle manure, organic compound, NPK and Latossoil as absolute witness; and cultivation under full sun (absolute witness) and under blue mesh, red mesh and gray mesh. Was adopted the DIC with six repetitions. Were evaluated anatomical features of petiole and leaf and the essential oil content in plants of oregano. It is observed that the light environment and the substrates allow modifications in Anatomy on leaves of oregano and increasing the content of essential oil, as well as influencing the chemical composition of this secondary metabolite.

Keywords: *Origanum vulgare* L., secondary metabolites, plant anatomy, colored meshes, plant nutrition.

INTRODUÇÃO

O orégano (*Origanum vulgare* L.) é uma das plantas aromáticas mais utilizadas no mundo tanto para aprimorar os sabores de massas e carnes, como na área farmacêutica e controle de fitopatógenos (Celoto et al., 2008) devido a presença de compostos químicos em seu óleo essencial.

O óleo essencial é proveniente do metabolismo secundário e, em algumas plantas, esse produto caracteriza-se como sendo de alto valor, pois, normalmente apresentam-se em pequeníssimas quantidades nos vegetais, além disso, é de difícil obtenção, devido a sua alta volatilidade.

Em plantas de orégano, o óleo essencial, também tem sido utilizado na indústria de cosméticos (Kruppa & Russomanno, 2008). No entanto, apesar dessa possibilidade de uso, são poucas as informações acerca da cultura do orégano. Foram poucos os trabalhos encontrados na literatura que tem a cultura do orégano como sendo objeto de estudo (Corrêa et al., 2009; Marques et al., 2009; Corrêa et al., 2010; Amaro et al., 2011; Bonfanti et al., 2012; Borges et al., 2012; Correa et al., 2012; Davidenco et al., 2012; Marques et al., 2012).

Em relação à produção de óleo essencial de plantas da família Lamiaceae, algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas em que há alteração no ambiente de cultivo, com o uso de malhas coloridas para melhorar a qualidade da luz a que as plantas são expostas (Souza et al., 2011; Costa et al., 2012; Chagas et al., 2013), buscando, assim, aumentar a concentração de compostos químicos nas espécies medicinais e aromáticas. Mas, para isso, é de suma importância conhecer as condições ambientais para cada espécie, já que cada espécie responde de forma distinta a cada ambiente a que são submetidas.

Os óleos essenciais, um dos produtos do metabolismo secundário, representa o resultado da interação entre a planta e o ambiente, logo, a produção do metabólito secundário é afetada pelas modificações ambientais (Gobbo-Neto & Lopes, 2007). E, para espécies da família Lamiaceae, há pesquisadores que relacionem o armazenamento de óleo essencial aos tricomas existentes nas folhas das plantas.

A qualidade de luz juntamente com a nutrição das plantas são fatores fundamentais para aumento da produção vegetal. Assim como para as características fisiológicas, poucas são as informações sobre a nutrição mineral e qualidade de luz nas características anatômicas em plantas aromáticas; em especial

as da família Lamiaceae; com a cultura do orégano, foram poucas as informações constatadas, em que houve diferenças entre as doses e as fontes de adubos utilizadas (Corrêa et al., 2009).

Assim, objetivou-se estudar o efeito de diferentes ambientes de luz e substratos na anatomia, teor e composição de óleo essencial em folhas de orégano.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas-BA, com altitude média de 225 m e a 12°40'19"S e 39°06'22"W e nos laboratórios de fitotecnia e fitoquímica da mesma instituição e no laboratório de produtos naturais na Universidade Federal de Sergipe.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com seis repetições em esquema fatorial 4x4: sendo quatro ambientes de luz (pleno sol e ambiente de luz modificado obtido com malhas coloridas: azul, cinza e vermelha) e quatro substratos (Latosso Amarelo; Latosso Amarelo+esterco bovino; Latosso Amarelo+NPK e Latosso Amarelo+composto orgânico), para os adubos orgânicos foram utilizadas 90 t ha⁻¹ e a adubação mineral, na formulação 10:10:10, utilizou-se como base de cálculo 100,120 e 80 kg ha⁻¹.

As plantas foram obtidas em uma propriedade rural no município de Cruz das Almas-BA a partir de uma matriz com 60 dias. A irrigação foi realizada manualmente até o solo atingir capacidade de campo. As coletas foram realizadas 90 dias após o transplântio.

De cada tratamento foram coletadas, aleatoriamente, folhas inteiras do terceiro nó no sentido descendente. As amostras foram armazenadas em álcool 70° para a realização dos cortes anatômicos paradérmicos e transversais.

Clarearam-se as folhas em solução de hipoclorito de sódio a 50 %, para os cortes paradérmicos que foram realizados a mão livre, em seguida, corados com safranina (0,5 %). As seções transversais também foram feitas manualmente com lâmina de aço (Figura 23B), em seguida, coradas com mistura de Azul de Toluidina - 95 % (Figura 24A); posteriormente, foram lavadas com água destilada por quinze minutos. As imagens foram fotomicrografadas em microscópio de luz Ken-a-Vision TT 18 acoplado a uma câmera fotográfica Canon Power Shot Modelo A 620.

Para a extração do óleo, foi utilizado o método de hidrodestilação em aparelho de Clevenger, onde foram colocados 25 g de folhas em balões de 1 L e adicionado água destilada até a imersão do mesmo, em seguida iniciou-se o processo de destilação através do arraste do óleo essencial pelo vapor d'água. Considerou-se o início do processo quando as primeiras gotas desceram pelo condensador. A

extração permaneceu por 2 horas. Ao final do processo, o óleo essencial foi colhido, armazenado em frascos de vidro.

Para a determinação química dos compostos do óleo essencial foram realizadas análises utilizando um CG-EM-DIC (GC-2010 Plus; GCMSQP2010 Ultra, Shimadzu Corporation, Japão) equipado com um amostrador de injeção automática AOC-20i (Shimadzu). As separações foram realizadas pelo processo de eluição diferencial utilizando uma coluna capilar de sílica fundida Rtx®-5MS Restek (5 %-difenil-95 %-dimetilpolisiloxano) fase reversa de 30 m x 0,25 mm de diâmetro interno, 0,25 µm de espessura de filme, em um fluxo constante de hélio (99,999 %) com taxa de 1,2 mL min⁻¹. A temperatura de injeção foi de 280 °C, 1,0 µL (10 mg mL⁻¹) de amostra foi injetado, com uma razão de *split* de 1:30. A programação de temperatura do forno iniciou-se a partir de 50 °C (isoterma durante 1,5 min), com um aumento de 4 °C min⁻¹, até 200 °C, em seguida, a 10 °C min⁻¹ até 300°C, permanecendo por 5 minutos.

O processo de ionização para o CC-DIC foi realizado pela chama proveniente do gás hidrogênio e ar sintético, as espécies elétricas coletadas, e a corrente elétrica gerada amplificada e processada. Para o CG-EM as moléculas foram ionizadas pelo impacto de elétrons com energia de 70eV, os fragmentos analisados por um sistema quadrupolo programado para filtrar fragmentos/íons com *m/z* na ordem de 40 a 500Da e detectados por um multiplicador de elétrons. O processamento de dados é realizado utilizando o Software CGMS Postrum Analysis e CG Postrum Analysis (Labsolutions- Shimadzu).

Na identificação dos compostos químicos foi realizado o cálculo de índice de retenção (IR) através da equação de Van Den Dool & Kratz (1963) baseada nos tempos de retenção de uma série homóloga de *n*-alcanos *n*C8-*n*C18, foram analisados nas mesmas condições cromatográficas das amostras de óleo essencial.

As comparações dos índices de retenção experimentais das análises de óleo para identificação dos compostos, basearam-se nos IR da literatura do Adams (2007) bem como nas bibliotecas do equipamento (WILEY8, NIST105, NIST105s, NIST21, NIST107) utilizadas como base de pesquisa para identificações dos constituintes utilizando um índice de similaridade de 80 % e a NIST MS Search2.0Fonte: (<http://chemdata.nist.gov/mass-spc/ms-search/downloads/>).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todos os ambientes de luz, observou-se que, em vista frontal, a epiderme da lâmina foliar apresenta tricomas de dois tipos: tector e capitado (Figura 1). Sendo que, as plantas cultivadas a pleno sol, observando-se a Figura 1C, percebe-se maior número de tricomas. Sendo esta característica uma vantagem adaptativa da planta a estresses ambientais, como alta radiação e baixa umidade.

O orégano apresenta características de adaptação em ambientes de alta incidência solar e baixa umidade, características estas como as folhas suculentas, além da presença de tricomas tectores. De acordo com Fahn (1990) essas são características de adaptação xerofítica.

Martins et al. (2009) também identificaram tricomas tectores e capitados em folhas de alfavaca-cravo cultivados em distintos ambientes de luz. Assim, como para as plantas de orégano, a cultura do *Ocimum gratissimum* apresentou tricomas tectores e capitados, quando cultivada a pleno sol. Essa característica poderia estar relacionada a plantas da família Lamiaceae que se adaptam a ambientes que ocasionam estresse ao vegetal. Ao trabalhar com *Ocimum basilicum* que também pertence à família Lamiaceae, Zamfirache et al. (2008), encontraram tricomas tectores apenas na nervura central das folhas. O que não foi identificado nesta pesquisa, já que, os tricomas são vistos em toda a extensão da epiderme, especialmente em plantas cultivadas sob pleno sol.

Tricomas capitados também foram identificados em folhas de *Ocimum selloi* Benth. (Costa et al., 2007), *Cunila microcephala* Benth. (Toledo et al., 2004), *Vitex megapotamica* (Cosmo et al., 2009), *Hyptidendron canum* (Fiuza et al., 2010), *Scutellaria agrestis* (Oliveira et al., 2013), o que pode estar relacionado à estruturas características de plantas da família Lamiaceae.

Os tricomas podem ser formados em distintas fases de desenvolvimento das plantas e podem desempenhar diferentes funções como a absorção de água, distribuição de sementes no ambiente, regulação térmica, imobilização de insetos (Werker, 2000; Wagner et al., 2004; Canini, 2012). Trabalhando com plantas de orégano em níveis e fontes de adubação, Corrêa et al. (2009) detectaram tricomas em suas folhas.

Também trabalhando com Lamiaceae, no entanto, com o gênero *Ocimum*, Fernandes (2012) constatou que as plantas que permaneceram sob maior

intensidade luminosa tiveram seu crescimento afetado, no entanto, sob pleno sol, houve aumento na densidade de tricomas glandulares e na produção de massa seca, o que refletiu, também no rendimento do óleo essencial.

As plantas cultivadas sob malha azul (Figura 2) apresentaram pecíolos com face abaxial e adaxial convexa para as plantas adubadas com composto orgânico (Figura 2A), os demais substratos proporcionaram formato parecido para as folhas de orégano.

Nas plantas cultivadas sob malha azul, com exceção daquelas que foram cultivadas no substrato composto por Latossolo+esterco bovino, em relação ao feixe vascular, nota-se a presença de três feixes vasculares sendo um na área central e dois nas extremidades do pecíolo (Figura 2A, 2C e 2D).

As plantas que foram adubadas com esterco bovino (Figura 2B) apresentaram a face abaxial mais plana. Porém, para todos os substratos foram detectados tricomas tanto na face adaxial como na abaxial. Corrêa et al. (2009) detectaram diferenças entre as plantas de orégano com diferentes fontes nutricionais orgânicas, como na espessura da epiderme, parênquimas e, conseqüentemente, do limbo foliar. Na literatura não há muitas informações acerca da relação entre as características anatômicas e fontes e níveis de adubação.

Para as plantas cultivadas sob malha cinza, nota-se, assim como para as plantas cultivadas sob malha azul, característica convexa na face abaxial e adaxial nos pecíolos de orégano (Figura 3). Também foram identificados tricomas em todos os pecíolos analisados. Sendo que, as plantas que foram adubadas com esterco bovino (Latossolo+esterco bovino) apresentaram a face abaxial convexa, no entanto, mais plana que as plantas que foram cultivadas em outros substratos.

Nas plantas cultivadas sob malha cinza, é possível perceber apenas um feixe vascular, localizado na área central do pecíolo, o que pode ser notado em todas as plantas analisadas, independente do substrato utilizado (Figura 3).

As espécies da família Lamiaceae têm em comum esta característica de vários tipos de tricomas na epiderme foliar, e esta é uma característica de grande valor para a identificação taxonômica, assim como a estrutura vascular do pecíolo que também é de grande importância para tal identificação (Metcalf & Chalk, 1979). Segundo Reis et al. (2004), a estrutura vascular do pecíolo é também de importância taxonômica.

Foi possível notar que, para a face abaxial do pecíolo das plantas adubadas com composto orgânico e esterco bovino, quando cultivadas a pleno sol, apresentaram formato levemente convexo e face adaxial convexa. Também foram identificados tricomas em todos os cortes de pecíolos (Figura 4).

As plantas cultivadas sob malha vermelha apresentaram formato convexo para todos os substratos utilizados. Aquelas que foram plantadas no substrato composto por Latossolo+esterco bovino apresentaram dois feixes vasculares, sendo um no centro e outro em uma das extremidades do pecíolo (Figura 5B); as plantas adubadas com composto orgânico apresentaram três feixes vasculares, sendo um central e outros dois nas extremidades do pecíolo (Figura 5A).

Características anatômicas de distintas espécies podem variar conforme o ambiente em que são dispostas, e a intensidade luminosa afeta consideravelmente a estrutura da anatomia foliar das espécies estudadas (Santos et al., 2014).

Diferentes características na anatomia de uma espécie vegetal podem ser encontradas em folhas da mesma planta quando são expostas a distintos períodos de luminosidade (Taiz & Zeiger, 2004). Logo, quando o vegetal cresce em ambientes com alta luminosidade, as características químicas e estruturais por ele adquirido, aumentam a interceptação de luz que chega ao cloroplasto (Brant et al., 2011).

Em relação aos tricomas, estes, foram detectados em todos os pecíolos analisados, sendo que em maior quantidade nas plantas adubadas com NPK (Figura 5C).

Para Silva et al. (2005) os tricomas tectores são consideradas estruturas de grande valor para algumas espécies vegetais, como o algodão; já os tricomas glandulares apresentam valor econômico em plantas que produzem óleos essenciais, como o orégano; há pesquisadores que afirmam que o óleo essencial também está armazenado nesse tipo de tricoma, por isso definido como glandulares, pois são em formato de glândulas e possuem essa possibilidade de armazenamento.

A nutrição mineral contribui com a composição da organização estrutural, o que realmente faz todo sentido, já que elementos como o Ca está diretamente relacionado com a estruturação de tecidos nos vegetais; e isso implica que, no momento em que a planta recebe ou deixa de receber os elementos essenciais, podem ocorrer modificações em sua estrutura anatômica.

Para Pegoraro (2007), a área foliar está diretamente relacionada com o aumento da absorção luminosa e Santos et al. (2013) supõem que o rendimento de óleo essencial pode ser aumentado devido o aumento no número de tricomas, já que houve aumento na área foliar.

Para o teor de óleo essencial as plantas que foram cultivadas sob malha vermelha e substratos compostos por solo+NPK e solo+composto orgânico, apresentaram maior teores de óleo. Porém, em condição de pleno sol, as plantas cultivadas em solo e solo+esterco bovino apresentaram altos teores de óleo essencial (Figura 6). Também houve aumento no teor de óleo essencial quando as plantas foram cultivadas no Latossolo+composto orgânico e sob malhas cinza e vermelha, isso pode estar relacionado à presença de alguns insetos nas folhas.

Resultados distintos **foram** encontrado por Corrêa et al. (2012) que trabalhando com plantas de orégano, constataram que as plantas cultivadas sob malha preta apresentaram menor teor de óleo essencial, e mostraram que, sob pleno sol, malha vermelha e malha azul, as plantas de orégano proporcionaram maiores teores deste metabólito secundário.

Alterações no teor do óleo essencial de *Lippia sidoides*, foram encontradas por Souza et al. (2007) quando procedeu-se o cultivo destas plantas em diferentes condições de sombreamento. O que se pode afirmar que os efeitos da intensidade e qualidade luminosa variam de acordo com a espécie trabalhada. Para o orégano, nota-se que, plantas cultivadas a pleno sol em algumas condições de adubação (Figuras 6B e 6D), apresentaram maiores teores de óleo.

Tais resultados podem ser relacionados a estresses bióticos sofridos pelas plantas cultivadas sob malha cinza e malha vermelha, já que, em algumas plantas houve o ataque de lagartas. Reforçando este ponto de maior produção de óleo essencial em condição de estresse, Meira et al. (2013) constataram que plantas de melissa que foram irrigadas com 50% da quantidade de água evapotranspirada produziram maior teor de óleo essencial.

No entanto, Souza et al. (2011) também detectaram que plantas de *Mikania laevigata* crescidas sob malha vermelha apresentaram maior teor de óleo essencial e, plantas de *Mikania glomerata* apresentaram maiores valores de óleo essencial quando cultivadas sob malha azul, considerando que estas espécies pertencem a família Asteraceae.

Também trabalhando em ambientes de luz modificada, Chagas et al. (2013) constataram que a produção do óleo essencial em plantas de hortelã-japonesa são mais influenciadas pela intensidade do que pela qualidade da luz. No entanto, ao trabalharem com *Ocimum gratissimum*, Martins et al. (2008) perceberam que os metabólitos secundários produzidos por esta espécie são influenciados pela qualidade da luz e as plantas cultivadas sob malha azul produziram a maior quantidade de óleo essencial. O que demonstra que cada espécie responde de forma distinta às modificações ambientais.

Corrêa et al. (2012) ao trabalharem com plantas de orégano sob malhas coloridas detectaram que a produção de óleo essencial foi menor nas plantas que estavam sob malha preta, no entanto, a produção de metabólitos secundários nas plantas cultivadas sob malha azul e vermelha obtiveram valores que não diferiram das cultivadas a pleno sol.

Além da influência da qualidade de luz na produção de óleo essencial, o suprimento nutricional exerce grande influência neste requisito, conforme puderam constatar Seixas et al. (2013). Já para plantas de *Mentha spicata*, Santos et al. (2013) comprovaram que em cultivo sob pleno sol, esta cultura apresenta maiores valores para óleo essencial, assim como a extração do óleo quando as folhas se encontram secas.

Ao trabalharem com substrato na cultura do *Ocimum basilicum*, Luz et al. (2014) constataram que não houve influência da adubação orgânica e mineral no rendimento do óleo essencial, no entanto, quando foram utilizadas folhas secas, os autores observaram que a adubação mineral proporcionou às plantas maior rendimento de óleo.

Em plantas de erva-cidreira-verdadeira, Santos et al. (2009) comprovaram que houve efeito crescente do rendimento de óleo essencial em função das doses de esterco bovino. Já para mudas de arnica, Oliveira Júnior et al. (2004) utilizando a adubação organomineral demonstraram que esta prática favoreceu o alto rendimento e alto teor de óleo essencial.

Em relação à composição química de óleos essenciais, é possível afirmar que esta, pode variar de acordo com as condições ambientais e edáficas a que as plantas são submetidas (tabelas 1, 2, 3 e 4).

A análise qualitativa do óleo essencial mostrou a presença de vários compostos químicos, porém, os denominados: hidrato de *trans*-sabineno, *p*-cimeno,

γ -terpineno, terpinen-4-ol e timol mostraram-se em maior concentração nos óleos essenciais estudados. Resultados semelhantes foram encontrados por Corrêa et al. (2012) para plantas de orégano cultivadas em distintos ambientes de luz. No entanto, as concentrações dos compostos químicos encontrados pelos citados autores foram bem inferiores aos encontrados nesta pesquisa, em especial o p-Cimeno que os autores o detectaram apenas nas plantas cultivadas sob malha azul, já nesta pesquisa, este composto químico foi detectado em quase todos os óleos estudados, exceto nos óleos extraídos das plantas cultivadas sob malha cinza e que não receberam adubação.

As plantas cultivadas no substrato composto por solo+composto orgânico e o substrato composto apenas por Latossolo foram aquelas que apresentaram menores diversificações de compostos nos óleos essenciais (anexo: gráficos de cromatografia).

Quando cultivadas sob malha vermelha e no substrato composto por solo+NPK as plantas não produziram o timol. Este composto químico é considerado repelente e larvicida, conforme Novelino et al. (2007). No entanto, o timol foi detectado em todas as plantas cultivadas sob malha cinza exceto para aquelas do substrato composto apenas por Latossolo. Essa presença do composto nestas plantas pode estar relacionada à presença de insetos como formiga e lagartas. Ou seja, os vegetais podem ter produzido este composto químico como forma de defesa, já que os óleos essenciais são produzidos como forma de defesa a fatores bióticos e abióticos. E as plantas cultivadas sob malha cinza e adubada com composto orgânico apresentaram a maior concentração de timol.

O composto hidrato de *trans*-sabineno foi o que apareceu em maior concentração em todas as condições de luz, nas plantas cultivadas com Latossolo+composto orgânico.

O p-Cimeno outro composto químico detectado em grande concentração no óleo do orégano é considerado um composto antibacteriano quando combinado com o carvacrol, por ocorrer o sinergismo entre estes compostos (Silva et al., 2010). No entanto, em nenhuma das condições de cultivo foi detectado o carvacrol, que, de acordo com Pini (1995) é considerado, junto com o timol os compostos predominantes no óleo essencial do orégano. Assim como em um trabalho realizado por Corrêa et al. (2012) que também não foi detectado o composto denominado cravacrol.

Esses resultados podem ser explicados devido às modificações ambientais, já que alguns pesquisadores afirmam que as condições de cultivo podem afetar a qualidade do óleo essencial desta planta, sendo assim, pode ocorrer a síntese de muitos compostos químicos (Marino et al., 2001; Corrêa et al., 2012).

Por meio de danos causados às plantas por ferimentos, ou até ataque de pragas, há grande possibilidade de a planta desenvolver resposta bioquímica, possibilitando a rejeição da planta em possíveis ataques futuros (Gobbo-Neto & Lopes, 2007).

Os óleos essenciais das plantas cultivadas sob pleno sol apresentaram maior concentração apenas de *trans*-sabineno, diferente dos resultados encontrados por Brant et al. (2009), que o composto de maior interesse comercial na melissa foi detectado em maior concentração nas plantas cultivadas sob malha vermelha. O que reforça a ideia que as respostas das plantas variam de acordo com as espécies e as condições em que estão sendo trabalhadas.

Tabela 1. Composição química do óleo essencial de folhas de orégano cultivadas sob diferentes ambientes de luz e substrato composto por solo+NPK. (%GC-MS: cromatografia em fase gasosa; %GC-FID: cromatografia em fase gasosa associada à detecção por ionização de chama). Cruz das Almas-BA, 2014.

Composto	Pleno Sol		Malha Vermelha		Malha Cinza		Malha Azul	
	SL+NPK							
	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID
α -tujeno	0,39	0,49	0,51	0,62	0,61	0,76	0,93	0,67
α -pineno	0,42	0,44	n*	n	0,65	0,81	1,12	1,51
canfeno	0,28	0,31	n	n	0,38	0,51	0,36	0,76
sabineno	2,36	2,66	2,69	2,94	2,93	3,11	3,99	3,04
β -pineno	0,25	0,2	n	n	0,33	0,37	n	n
mirreno	0,71	0,76	n	n	0,54	0,96	n	n
α -terpineno	1,85	2,02	1,7	1,7	2,32	2,37	2,63	2,41
p-cimeno	10,42	10,86	14,58	13,25	13,13	12,47	16,63	12,78
5-isopropenil-1-metil-1-ciclo-hexeno	1,81	2,12	2,2	2,04	2,52	2,8	2,53	2,03
1,8-óxido-p-mentano	0,29	0,21	n	n	0,31	0,47	n	n
(Z)- β -ocimeno	1,67	2,9	0,55	1,3	1,52	2,62	n	n
γ -terpineno	7,93	8,87	6,41	7,59	8,07	8,91	8,25	8,47
hidrato de <i>cis</i> -sabineno	3,24	4,39	4,61	4,97	3,16	4,45	4,21	4,75
hidrato de <i>trans</i> -sabineno	23,88	22,17	37,49	33,06	27,18	26,25	42,69	33,00
acetato de 1-octen-3-ol	5,25	4,17	5,54	6,7	4,21	5,87	2,72	5,58
borneol	1,68	1,77	2,11	2,33	1,88	1,8	3,02	2,72
terpinen-4-ol	8,7	7,67	6,61	6,59	6,98	6,22	5,37	7,67
5-isopropil-2-metil anisol	1,13	1,12	n	n	0,8	1,06	n	n
acetato de linalila	3,83	3,91	4,01	4,73	4,11	4,3	2,39	3,33
acetato de bornila	0,26	0,21	n	n	0,39	0,28	n	n
Timol	8,19	9,94	n	n	8,88	5,01	n	n
δ -elemeno	0,38	0,34	n	n	0,29	0,31	n	n
(E)- cariofileno	3,29	3,38	4,05	3,94	3,13	3,03	2,12	3,73
γ -amorfenol	1,47	1,48	1,15	1,67	0,95	1,16	n	n
biciclogermacreno	2,62	2,39	2,87	2,72	2,12	1,98	1,04	2,41

germacreno D-4-ol	1,37	1,23	n	n	1	0,81	n	n
óxido de cariofileno	1,77	1,56	1,83	2,06	1,61	1,17	n	n
3-metil-6-(1-metiletilideno)-ciclohexeno	0,26	0,36	n	n	n	n	n	n
acetato de 3-octanol	0,25	0,1	n	n	n	n	n	n
1-metil-4-(metil etil) - (E)-2-ciclohexenol	0,44	0,3	n	n	n	n	n	n
α -terpineol	0,98	1,22	n	n	n	n	n	n
2-isopropil-5-metil anisol	0,17	0,15	n	n	n	n	n	n
espatulenol	n	n	1,09	1,69	n	n	n	n

*n – composto não detectado.

Tabela 2. Composição química do óleo essencial de folhas de orégano cultivadas sob diferentes ambientes de luz e substrato composto por solo+EB. (%GC-MS: cromatografia em fase gasosa; %GC-FID: cromatografia em fase gasosa associada à detecção por ionização de chamas). Cruz das Almas-BA, 2014.

Composto	Pleno Sol		Malha Vermelha		Malha Cinza		Malha Azul	
	SL+EB							
	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID
α -tujeno	0,68	0,78	0,72	0,73	0,67	0,97	0,56	0,55
α -pineno	0,61	0,77	0,68	0,84	0,74	0,83	0,69	0,87
canfeno	0,51	0,51	0,48	0,54	0,40	0,49	0,52	0,64
sabineno	3,26	3,11	3,09	3,30	3,24	3,30	2,64	2,73
β -pineno	n	n	n	n	n	n	0,28	0,32
mirceno	0,72	1,28	0,62	1,18	0,95	1,20	0,63	1,12
α -terpineno	4,73	4,66	2,68	2,34	3,04	3,07	3,11	3,05
p-cimeno	14,52	13,15	11,56	9,80	12,33	11,23	13,43	12,26
5-isopropenil-1-metil-1-ciclo-hexeno	2,48	2,33	1,99	1,00	2,27	2,13	1,98	1,79
(Z)- β -ocimeno	1,82	2,53	1,17	2,47	1,63	2,50	1,30	1,61
γ -terpineno	16,76	17,19	8,13	8,65	10,19	10,89	8,48	8,90
hidrato de <i>cis</i> -sabineno	n	n	3,42	4,10	3,09	4,21	2,87	4,19
3-metil-6-(1-metiletilideno)-ciclohexeno	n	n	0,26	0,31	n	n	0,54	0,74

hidrato de <i>trans</i> -sabineno	n	n	33,36	30,68	29,11	26,41	26,00	24,94
acetato de 1-octen-3-ol	4,03	4,53	3,94	4,91	4,16	5,34	3,55	5,47
1-metil-4-(metil etil) - (<i>E</i>)-2-ciclohexenol	n	n	0,36	0,48	n	n	0,54	0,93
borneol	2,06	1,95	2,30	2,45	1,88	1,85	2,36	2,65
terpinen-4-ol	27,92	24,57	9,58	8,88	9,27	9,01	11,86	10,71
α - terpineol	n	n	n	n	n	n	0,87	0,83
5-isopropil-2-metil anisol	n	n	n	n	n	n	0,82	1,15
acetato linalila	3,15	4,12	3,05	3,90	3,63	3,92	2,49	2,92
acetato bornila	n	n	0,26	0,32	n	n	0,33	0,24
timol	7,53	7,37	6,36	5,80	7,33	5,52	6,94	3,89
(<i>E</i>)-cariofileno	3,97	4,23	2,29	2,40	2,69	2,86	2,49	2,47
γ -amorfenol	1,31	1,55	0,79	0,92	0,85	1,19	0,75	0,68
biciclogermacreno	2,43	2,52	1,28	1,57	1,84	1,94	1,49	1,36
espatulenol	0,63	1,13	0,61	1,05	n	n	0,99	1,15
óxido de cariofileno	0,88	1,62	1,02	1,37	0,69	0,97	1,49	1,70

Tabela 3. Composição química do óleo essencial de folhas de orégano cultivadas sob diferentes ambientes de luz e substrato composto por solo+CO. (%GC-MS: cromatografia em fase gasosa; %GC-FID: cromatografia em fase gasosa associada à detecção por ionização de chamas). Cruz das Almas-BA, 2014.

Composto	Pleno Sol		Malha Vermelha		Malha Cinza		Malha Azul	
	SL+CO							
	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID
α -tujeno	0,83	1,00	n	n	n	n	0,71	0,83
α -pineno	0,81	0,93	n	n	n	n	0,81	0,86
α -canfeno	n	n	n	n	n	n	0,59	0,98
sabineno	4,43	3,90	n	n	n	n	3,39	3,31
β -pineno	n	n	n	n	n	n	0,43	0,36
mirceno	n	n	3,28	3,62	n	n	0,63	1,22
α -terpineno	3,85	3,39	1,74	1,94	n	n	2,54	2,66

p-cimeno	16,62	14,05	14,27	10,61	n	n	15,37	14,28
5-isopropenil-1-metil-1-ciclo-hexeno	2,94	2,48	n	n	n	n	2,19	2,13
(Z)- β -ocimeno	0,74	1,96	n	n	n	n	1,06	1,60
γ -terpineno	11,99	12,58	6,18	7,44	n	n	7,99	9,00
hidrato de <i>cis</i> -sabineno	3,79	4,13	4,57	5,80	n	n	3,42	4,87
hidrato de <i>trans</i> -sabineno	30,60	28,20	47,51	45,70	16,57	16,39	33,03	31,43
acetato de 1-octen-3-ol	4,78	7,12	2,94	4,08	n	n	3,82	5,68
borneol	1,96	2,03	2,37	2,59	1,94	2,68	2,31	2,53
terpinen-4-ol	8,53	8,33	5,79	6,47	2,68	2,66	8,94	8,72
acetato linalila	1,68	2,65	4,26	5,21	3,98	4,32	2,74	3,37
acetato bornila	n	n	n	n	n	n	0,44	0,36
timol	n	n	n	n	32,83	37,24	5,34	1,03
(E)-cariofileno	3,30	3,62	4,04	3,60	3,73	3,76	2,14	2,25
biciclogermacreno	2,45	2,45	3,05	2,87	6,26	5,20	1,14	1,32
óxido de cariofileno	n	n	n	n	11,59	9,58	0,97	1,10
α -terpineol	n	n	n	n	1,50	1,65	n	n
δ -elemeno	n	n	n	n	0,94	0,87	n	n
γ -amorfenol	0,70	1,08	n	n	3,26	3,39	n	n
β bisaboleno	n	n	n	n	1,10	0,76	n	n
germacreno D-4-ol	n	n	n	n	0,71	0,55	n	n
espatulenol	n	n	n	n	10,71	8,26	n	n
<i>allo</i> -aromadendreno	n	n	n	n	1,33	1,37	n	n
α cadinol	n	n	n	n	0,47	0,80	n	n

Tabela 4. Composição química do óleo essencial de folhas de orégano cultivadas sob diferentes ambientes de luz e substrato composto por solo. (%GC-MS: cromatografia em fase gasosa; %GC-FID: cromatografia em fase gasosa associada à detecção por ionização de chamas). Cruz das Almas-BA, 2014.

Composto	Pleno Sol		Malha Vermelha		Malha Cinza		Malha Azul	
	SL							
	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID	%GC-MS	%GC-FID
α -tujeno	n	n	0,79	0,67	1,07	2,03	0,74	0,73

α -pineno	n	n	0,85	1,51	0,85	1,39	0,83	0,92
canfeno	n		0,60	0,76	0,64	1,63	0,64	0,88
sabineno	4,47	4,95	3,19	3,04	4,50	4,00	2,99	3,16
β -pineno	3,07	2,97	n	n	n	n	0,32	0,41
mirceno	n	n	n	n	n	n	0,51	1,03
α -terpineno	n	n	2,53	2,41	4,12	3,58	2,17	2,03
p-cimeno	15,03	14,53	14,69	12,78	15,66	12,8	13,43	12,78
5-isopropenil-1-metil-1-ciclo-hexeno	1,73	3,62	2,24	2,03	2,77	2,52	1,84	1,87
(Z)- β -ocimeno	n	n	n	n	1,47	2,30	1,11	1,47
γ -terpineno	13,57	14,11	7,46	8,47	14,07	13,44	6,56	7,23
hidrato de <i>cis</i> -sabineno	3,21	4,03	4,14	4,75	3,24	3,61	3,54	4,61
hidrato de <i>trans</i> -sabineno	36,59	30,94	37,25	33,00	27,61	25,06	36,36	34,07
acetato de 1-octen-3-ol	3,63	3,87	3,03	5,58	4,32	5,33	4,08	4,89
1-metil-4-(metil etil) - (E)-2-ciclohexenol	n	n	n	n	n	n	0,31	0,45
borneol	1,81	1,87	2,79	2,72	1,44	1,44	2,67	2,57
terpinen-4-ol	4,66	4,93	8,12	7,67	5,38	6,67	6,24	6,04
5-isopropil-2-metil anisol	n	n	n	n	n	n	0,88	0,63
acetato de linalila	n	n	1,94	3,33	2,73	3,74	3,87	4,39
acetato de bornila	n	n	n	n	n	n	0,37	0,44
timol	n	n	4,20	3,73	n	n	4,76	1,44
(E)-cariofileno	4,99	4,19	2,34	2,41	4,60	4,33	2,63	2,76
γ -amorfenol	1,13	1,86	0,47	0,71	1,16	1,59	0,59	0,86
biciclogermacreno	3,10	3,90	1,59	1,54	3,24	3,17	1,15	1,41
espatulenol	n	n	0,50	1,10	n	n	0,56	1,22
óxido de cariofileno	n	n	1,28	1,69	1,13	1,28	0,85	1,57
acetato Linalcool	3,01	4,16	n	n	n	n	n	n

CONCLUSÕES

Os ambientes de cultivo e os substratos utilizados afetam características anatômicas na epiderme e no pecíolo de folhas de orégano.

A adubação mineral (NPK) proporciona maior teor de óleo essencial em plantas crescidas sob malha vermelha.

Plantas de orégano cultivadas em Latossolo+esterco bovino e cultivadas sob pleno sol produzem maior teor de óleo essencial.

Sob malhas vermelha e cinza e cultivadas em Latossolo+composto orgânico plantas de orégano apresenta maiores teores de óleo essencial.

Para todas as condições de estudo (substratos e ambientes de luz) os compostos: hidrato de *trans*-sabineno, *p*-cimeno, γ -terpineno, terpinen-4-ol e timol mostraram-se em maior concentração nos óleos essenciais.

REFERÊNCIAS

- ADAMS RP. 2007. **Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy**. Illinois USA: Allured Publishing Corporation, 804p.
- AMARO HTR, RODRIGUES BRA, OLIVEIRA MB, ANDRADE JAS, RESENDE MAV, CUNHA LMV. 2011. Produção orgânica de plantas medicinais no semiárido Norte Mineiro. **Cadernos de Agroecologia** 6: 1 - 5.
- BONFANTI C, IANNI R, MAZZAGLIA A, LANZA CM, NAPOLI EM, RUBERTO G. 2012. Emerging cultivation of oregano in Sicily: Sensory evaluation of plants and chemical composition of essential oils. **Industrial Crops and Products** 35: 160 – 165.
- BORGES AM, PEREIRA J, CARDOSO MG, ALVES JÁ, LUCENA EMP. 2012. Determinação de óleos essenciais de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris* L.). **Rev. Bras. Pl. Med.** 14: 656 - 665.
- BRANT RS, PINTO JEBP, ROSAL LF, ALBUQUERQUE CJB, FERRI PH, CORRÊA RM. 2009. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Ciência Rural** 39: 1401 - 1407.
- BRANT RS, PINTO JEBP, ROSAL LF, ALVES C, OLIVEIRA C, ALBUQUERQUE CJB. 2011. Adaptações fisiológicas e anatômicas de *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) cultivada sob malhas termorrefletoras em diferentes intensidades luminosas. **Rev. Bras. Pl. Med.** 13: 467 - 474.
- CANINI GB. 2012. **Caracterização anatômica e composição química do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum spp.*)**. Brasília. 130p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.
- CELOTO MIB, PAPA MFS, SACRAMENTO LVS, CELOTO FJ. 2008. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum. Agronomy** 3: 31 - 38.
- CHAGAS JH, PINTO JEBP, BERTOLUCCI SKV, COSTA AG, JESUS HCR, ALVES PB. 2013. Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Horticultura Brasileira** 31: 297 - 303.
- CORRÊA RM, PINTO JEBP, REIS ES, OLIVEIRA C, CASTRO EM, BRANT RS. 2009. Características anatômicas foliares de plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.) submetidas a diferentes fontes e níveis de adubação orgânica. **Acta Scientiarum** 31: 439 - 444.
- CORRÊA RM, PINTO JEBP, REIS ES, COSTA LCB, ALVES PB, NICULAN ES, BRANT RS. 2010. Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e

qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** 12: 80 - 89.

CORRÊA RM, PINTO JEB, REIS ES, MOREIRA CM. 2012. Crescimento de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de folhas de orégano sob malhas coloridas. **Gl. Sci. Technol.** 5: 11 - 22.

COSMO NL, GOGOSZ AM, NOGUEIRA AC, BONA C, KUNIYOSHI YS. 2009. Morfologia do fruto, da semente e morfo-anatomia da plântula de *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke (Lamiaceae). **Acta bot. bras.** 23: 389 - 397.

COSTA LC, CASTRO EM, PINTO JEBP, ALVES E, BERTOLUCCI SKV, ROSAL LF, MOREIRA CM. 2007. Aspectos da anatomia foliar de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em diferentes condições de qualidade de luz. **Rev Bras Biocien** 5: 6 - 8.

COSTA AG, CHAGAS JH, PINTO JEBP, BERTOLUCCI SKV. 2012. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. **Pesq. agropec. bras.** 47: 534 - 540.

DAVIDENCO V, VEJA C, ARGÜELLO JA. 2012. Respuesta fotoperiódica en *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* ssp. *hirtum*letschw.: impacto sobre sudesarrollo y crecimiento. **Rev. FCA UNCUYO** 44: 1 - 12.

FAHN A. 1990. **Plant Anatomy**. England: Pergamon Press.

FERNANDES VF. 2012. **Crescimento, produção do óleo essencial e anatomia foliar de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) em diferentes níveis de radiação luminosa**. 78p. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal). Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, Ilheus-BA.

FIUZA TS, REZENDE MH, SABÓIA-MORAIS SMT, TRESVENZOL LMF, FERREIRA HD, PAULA JR. 2010. Estudo das folhas e caule de *Hyptidendron canum* (Pohl ex Benth.) Harley, Lamiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 20: 192 - 200.

GOBBO-NETO L, LOPES NP. 2007. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova** 30: 374 - 381.

KRUPPA PC, RUSSOMANNO OMR. 2008. Ocorrência de fungos em sementes de plantas medicinais, aromáticas e condimentares da família Lamiaceae. **Tropical Plant Pathology** 33: 45 - 51.

LUZ JMQ, RESENDE RF, SILVA SM, SANTANA DG, CAMILO JS, BLANK AF, HABER LL. 2014. Produção de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas** 13: 69 - 80.

MARINO M, BERSANI C, COMI G. 2001. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from *Lamiaceae* and *Compositae*. **International Journal of Food Microbiology** 67: 187 - 195.

MARQUES PAA, BERNARDI FILHO L, SANTOS ACP. 2009. Crescimento, produção de óleo essencial e trocas gasosas em orégano influenciados por diferentes lâminas de irrigação. **Ciência Rural** 9: 1888 - 1892.

MARQUES PAA, BERNARDI FILHO L, FRIZZONE JA. 2012. Economic analysis for oregano under irrigation considering economic risk factors. **Horticultura Brasileira**, 30: 234 - 239.

MARTINS JR, ALVARENGA AA, CASTRO EM, PINTO JEBP, SILVA APO. 2008. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** 10: 102 - 107.

MARTINS JR, ALVARENGA AA, CASTRO EM, SILVA APO, OLIVEIRA C, ALVES E. 2009. Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural** 39: 82 - 87.

MEIRA MR, MELO MTP, MARTINS ER, PINTO MJS, SANTANA CS. 2013. Crescimento vegetativo, produção de fitomassa e de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. sob diferentes lâminas de irrigação. **Ciência Rural** 43: 779 - 785.

METCALFE CR, CHALK L. 1979. **Anatomy of the Dicotyledons**. Clarendon Press, Oxford, v. I, 2ª ed., 276p.

NOVELINO AMS, DAEMON E, SOARES GLG. 2007. Avaliação da atividade repelente do timol, mentol, salicilato de metila e ácido salicílico sobre larvas de *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). **Arq.Bras. Med. Vet. Zootec.** 59: 700 – 704.

OLIVEIRA AB, MENDONÇA MS, MEIRA RMSA. 2013. Anatomy of vegetative organs of *Scutellaria agrestis*, a medicinal plant cultivated by riverine populations of the Brazilian Amazon. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 23: 386 - 397.

OLIVEIRA JÚNIOR AC, FAQUIN V, PINTO JEBP, LIMA SOBRINHO RR, BERTOLUCCI SKV. 2005. Teor e rendimento de óleo essencial no peso fresco de arnica, em função da calagem e adubação. **Horticultura Brasileira** 23: 735 - 739.

PEGORARO RL. 2007. **Avaliação do crescimento e produção de óleos essenciais em plantas de *mentha x piperita* L. var. *piperita* (Lamiaceae) submetidas a diferentes níveis de luz e nutrição**. 59p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

PINI GF. 1995. **Estudos da classificação de óleos essenciais com uso combinado de cromatografia gasosa e métodos quimiométricos**. 74p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

REIS C, PROENÇA SL, SAJO MG. 2004. Vascularização foliar e anatomia do pecíolo de Melastomataceae do cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta bot. bras.** 18: 987 - 999.

SANTOS MF, MENDONÇA MC, CARVALHO FILHO JLS, DANTAS IB, SILVA-MANN R, BLANK AF. 2009. Esterco bovino e biofertilizante no cultivo de erva-cidreira-verdadeira (*Melissa officinalis* L.). **Rev. Bras. Pl. Medicinai**s 11: 355 - 359.

SANTOS GA, BRENZAN MA, SERRA LZ. 2013. Influência do cultivo na produção de biomassa, teor e composição do óleo essencial de *Mentha spicata*. **SaBios: Rev. Saúde e Biol.** 8: 19 - 25.

SANTOS MS, FEIJÓ NSA, SECCO TM, MIELKE MS, GOMES FP, COSTA LCB, SILVA DC. 2014. Efeitos do sombreamento na anatomia foliar de *Gallesia integrifolia* (Spreng) Harms e *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Rev. Bras. Pl. Med.** 16: 89 - 96.

SEIXAS PTL, CASTRO HG, CARDOSO DP, CHAGAS JÚNIOR AF, NASCIMENTO IR, BARBOSA LCA. 2013. Efeito da adubação mineral na produção de biomassa e no teor e composição do óleo essencial do capim-citronela. **Biosci. J.** 29: 852 – 858.

SILVA JPL, DUARTE-ALMEIDA JM, PEREZ DV, FRANCO BDGM. 2010. Óleo essencial de orégano: interferência da composição química na atividade frente a *Salmonella* Enteritidis. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 30: 136 - 141.

SILVA LM, ALQUINI Y, CAVALLET VJ. 2005. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta bot. bras.** 19: 183 – 194.

SOUZA GS, CASTRO EM, SOARES AM, PINTO JEBP, RESENDE MG, BERTOLUCCI SKV. 2011. Crescimento, teor de óleo essencial e conteúdo de cumarina de plantas jovens de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Biotemas** 24: 1 - 11.

SOUZA MF, GOMES PA, SOUZA ITJ, FONSECA MM, SIQUEIRA CS, FIGUEIREDO LS, MARTINS ER. 2007. Influência do Sombreamento na Produção de Fitomassa e Óleo Essencial em Alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). **Revista Brasileira de Biociências** 5: 108 - 110.

TAIZ L, ZEIGER E. 2004. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 820p.

TOLEDO MGT, ALQUINI Y, NAKASHIMA T. 2004. Caracterização anatômica das folhas de *Cunila microcephala* Benth.(Lamiaceae). **Braz. J. Pharm. Sci.** 40: 487 - 493.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P.D.J. **J. Chromatog.**, 1963; 11: 463-471.

WAGNER G J, WANG E, SHEPHERD RW. 2004. New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. **Annals of Botany** 93: 3 - 11.

WERKER E. 2000. Trichome diversity and development. **Advances in Botanical Research** 31: 1 - 35.

ZAMFIRACHE M M, TOMA C, DUCA M, DUNCA S, OLTEANU Z, STEFAN N, GALES S, PADURARIU C. **A comparative study regarding the morphology and anatomy of the vegetative apparatus in two *Ocimum basilicum* L. breeds.** Analele științifice ale Universității "Al. I. Cuza" Iași.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de plantas medicinais e aromáticas só tem aumentado nos últimos anos, isso devido, principalmente, à procura por parte da população, por melhoria na qualidade de vida e o uso de fitoterápicos, por exemplo, tem sido associado à questão. Provocando, assim, o maior uso dos medicamentos naturais. Essa seria uma das grandes importâncias de se estudar plantas medicinais e aromáticas, além disso, no Brasil ainda faltam informações acerca de muitos vegetais utilizados no cotidiano, como o orégano, que não há registros da área de cultivo no País, no entanto, sabe-se que este é um dos condimentos mais importados pelo Brasil, mesmo tendo a possibilidade de produção, já que as condições edafoclimáticas são favoráveis ao seu cultivo.

Com este trabalho, foi possível observar que há muito ainda para se estudar, não só com plantas de orégano, mas com muitas ervas aromática, embora as pesquisas com estas espécies vegetais estejam aumentando nos últimos tempos, principalmente devido o aumento da demanda. Ainda são poucas as informações sobre estas plantas e, quando se trata de nutrição mineral, é que se resume ainda mais as pesquisas.

Foram detectadas dezenas de trabalhos com plantas da família Lamiaceae, mas com o orégano, foram poucas as informações. E, se tratando de necessidade nutricional, não foram encontrados trabalhos, o que reforça ainda mais a necessidade urgente de se desenvolver pesquisas visando o suprimento da necessidade nutricional de plantas da família Lamiaceae, em especial aquelas comumente utilizadas pela população brasileira.

Muitos trabalhos utilizando as malhas coloridas ou fotoconversoras foram encontrados, porém, o que se pode perceber é que, as respostas não são as mesmas por parte das plantas, mesmo pertencendo a mesma família e, em algumas ocasiões, pertencentes à mesma espécie, já que, cada espécie vegetal responde de forma distinta aos diferentes impulsos bióticos ou abióticos a que são expostas.

São necessários mais estudos que visem a cultura do orégano como objeto de estudo, para que haja o conhecimento por parte dos mais interessados (produtores) acerca de necessidades nutricionais, para que seja possível sua produção aqui mesmo no Brasil e, em especial, na região Nordeste que possui características ambientais favoráveis a produção desta erva aromática. Isso porque, esta, é uma

das ervas mais consumidas na produção de alimentos. Há grande possibilidade de produção destas ervas, já que elas não apresentam sérios problemas com pragas e doenças, o que é um ponto favorável.

Em relação ao cultivo do orégano sob malhas coloridas, esse é o ponto a se estudar mais profundamente, uma vez que, para avaliar se realmente torna-se economicamente viável, é necessário fazer o estudo de viabilidade econômica, já que as malhas coloridas apresentam preço elevado, no entanto, caso almeje-se produzir óleo essencial, esta pode ser uma alternativa viável, já que este produto é considerado de alto valor, especialmente por ser um produto de difícil obtenção. Mas, não se pode afirmar que o uso de malhas coloridas é ideal para a produção de óleo essencial de orégano, sem que antes seja realizado estudo de viabilidade econômica.

ANEXOS

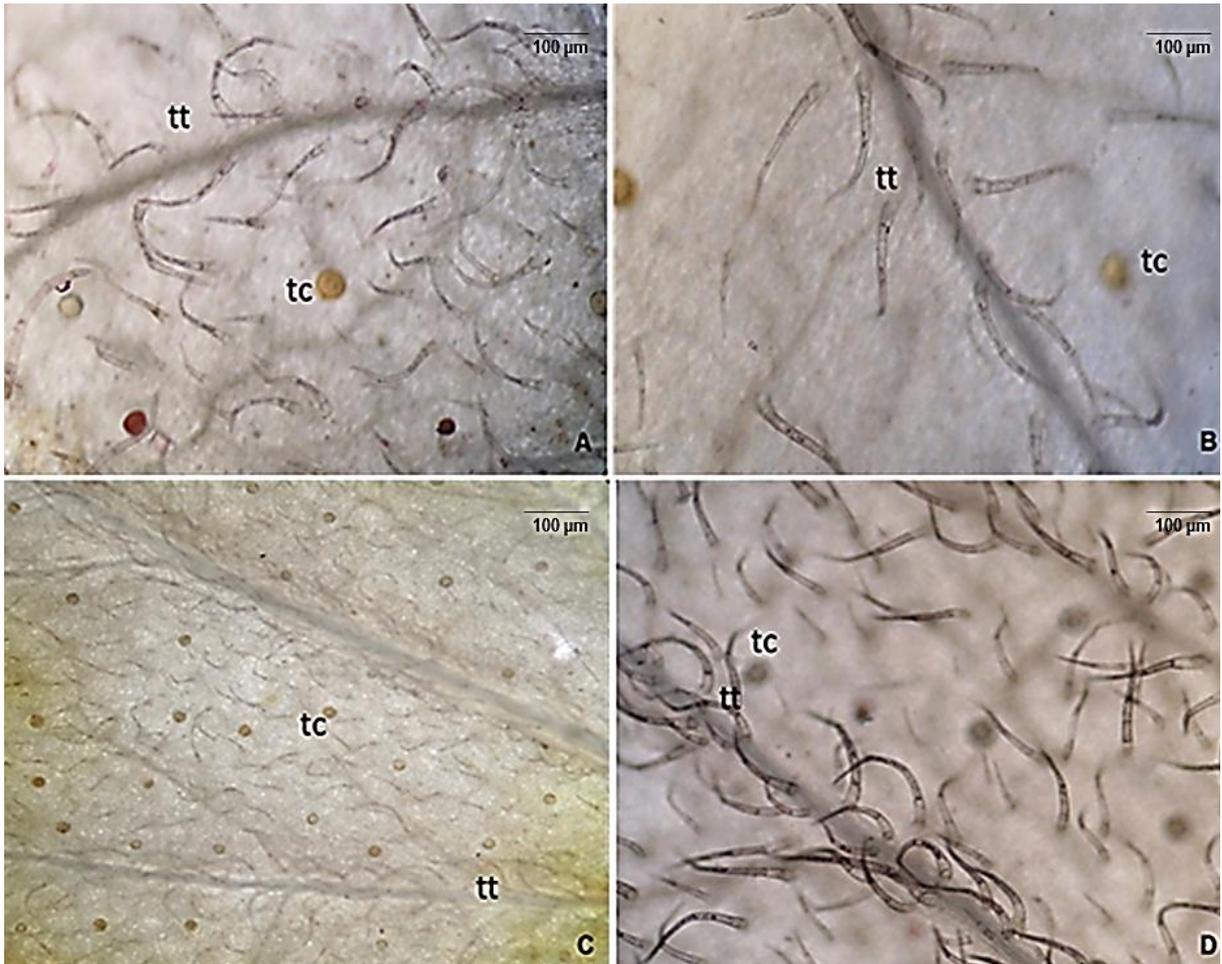


Figura 1. Epiderme de folhas de *Origanum vulgare* L. cultivados em distintos ambientes de luz (A: malha azul; B: malha cinza; C: pleno sol; D: malha vermelha). Tt: Tricoma tector; Tc: Tricoma capitado. Cruz das Almas-BA, 2014.

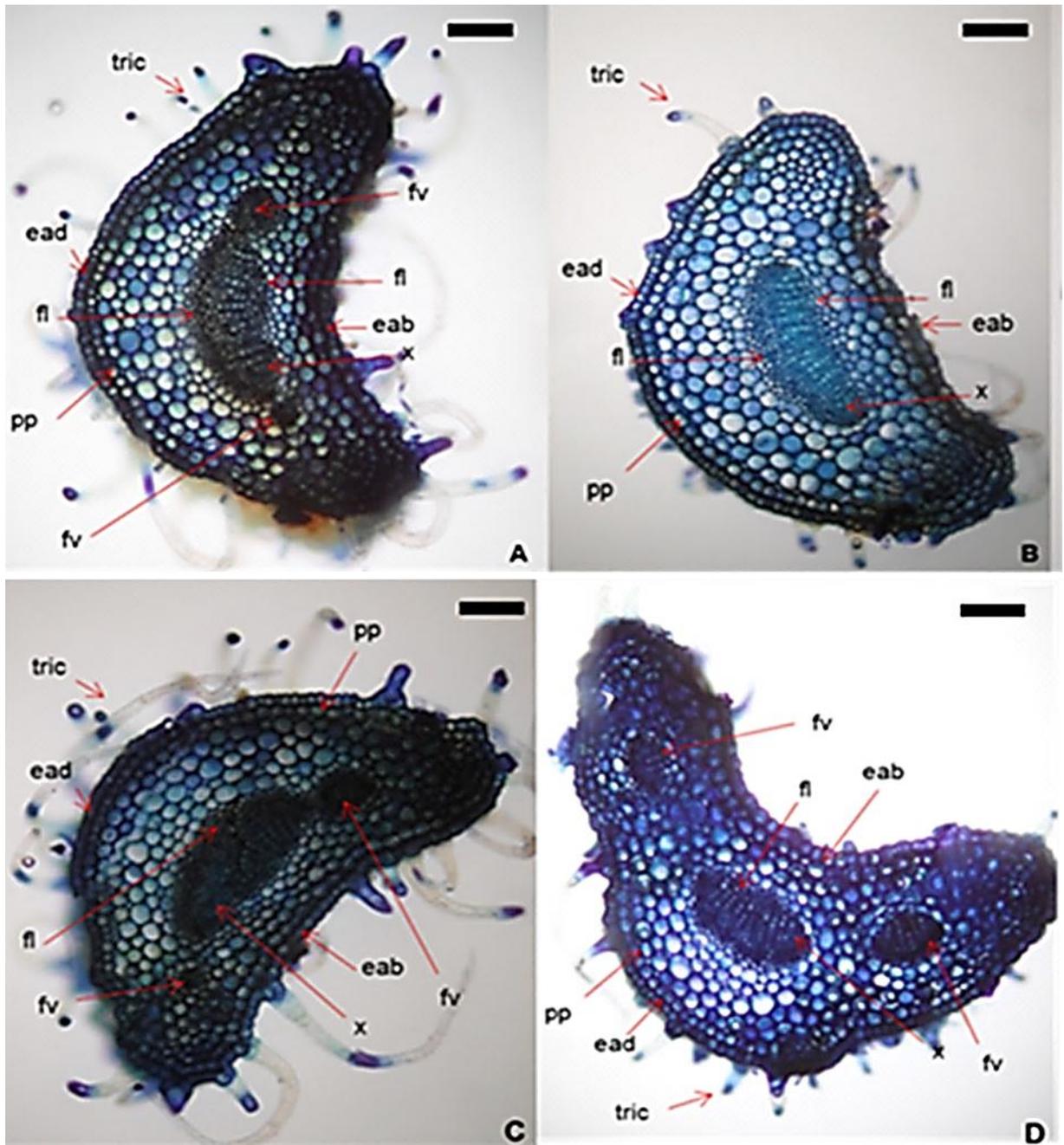


Figura 2. Corte transversal do pecíolo de *Origanum vulgare* L. cultivado sob malha azul e substrato (A: composto orgânico; B: Esterco bovino; C: NPK; D: solo). Tric: tricoma; ead: epiderme na face adaxial; pp: parênquima paliçádico; fv: feixe vascular; eab: epiderme na face abaxial; fl: floema; x: xilema. As barras indicam 40 μ m. Cruz das Almas-BA, 2014.

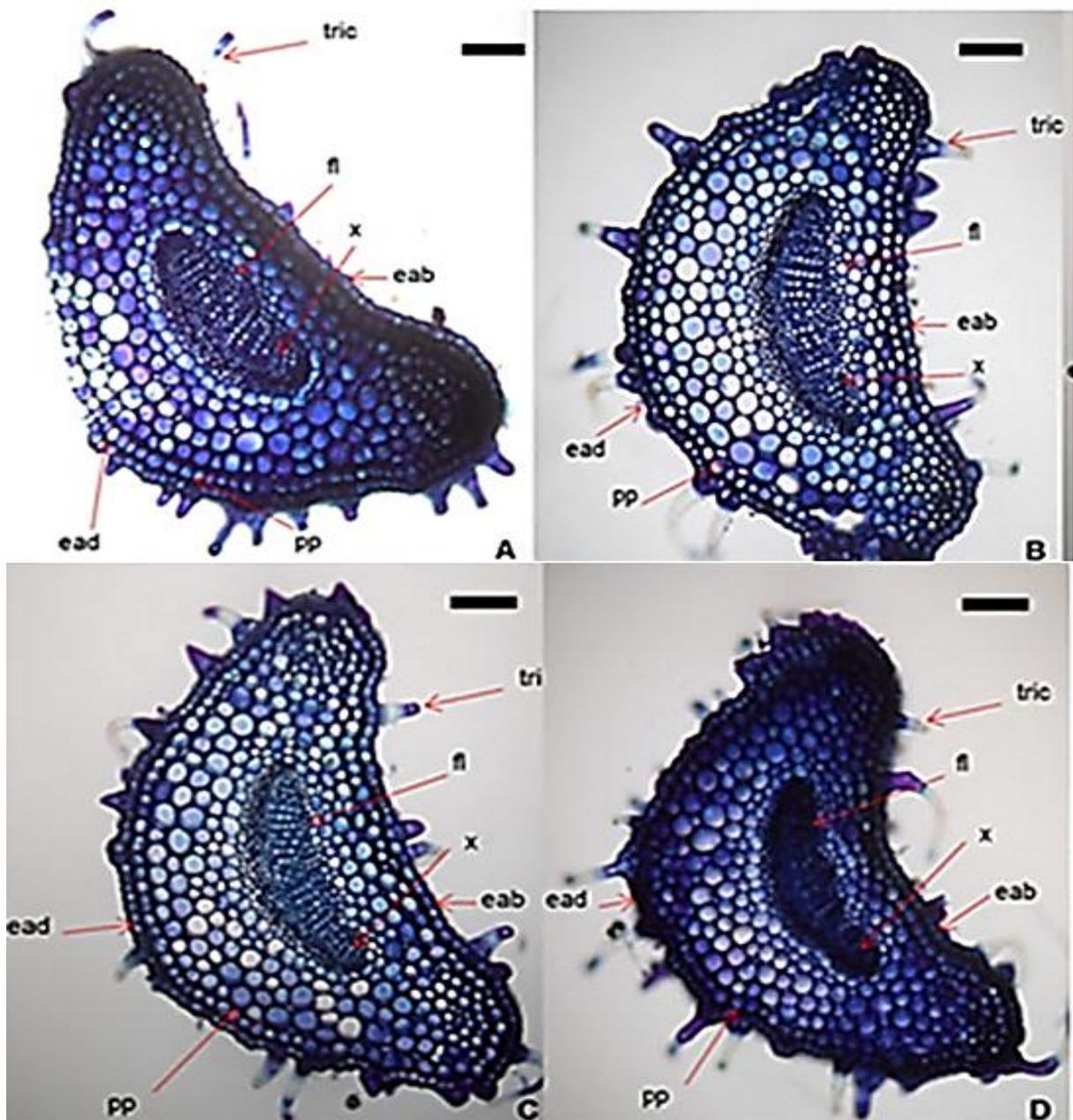


Figura 3. Corte transversal do pecíolo de *Origanum vulgare* L. cultivado sob malha cinza e diferentes substratos (A: composto orgânico; B: Esterco bovino; C: NPK; D: solo). Tric: tricoma; ead: epiderme na face adaxial; pp: parênquima paliçádico; fv: feixe vascular; eab: epiderme na face abaxial; fl: floema; x: xilema. As barras indicam 40 μ m. Cruz das Almas-BA, 2014.

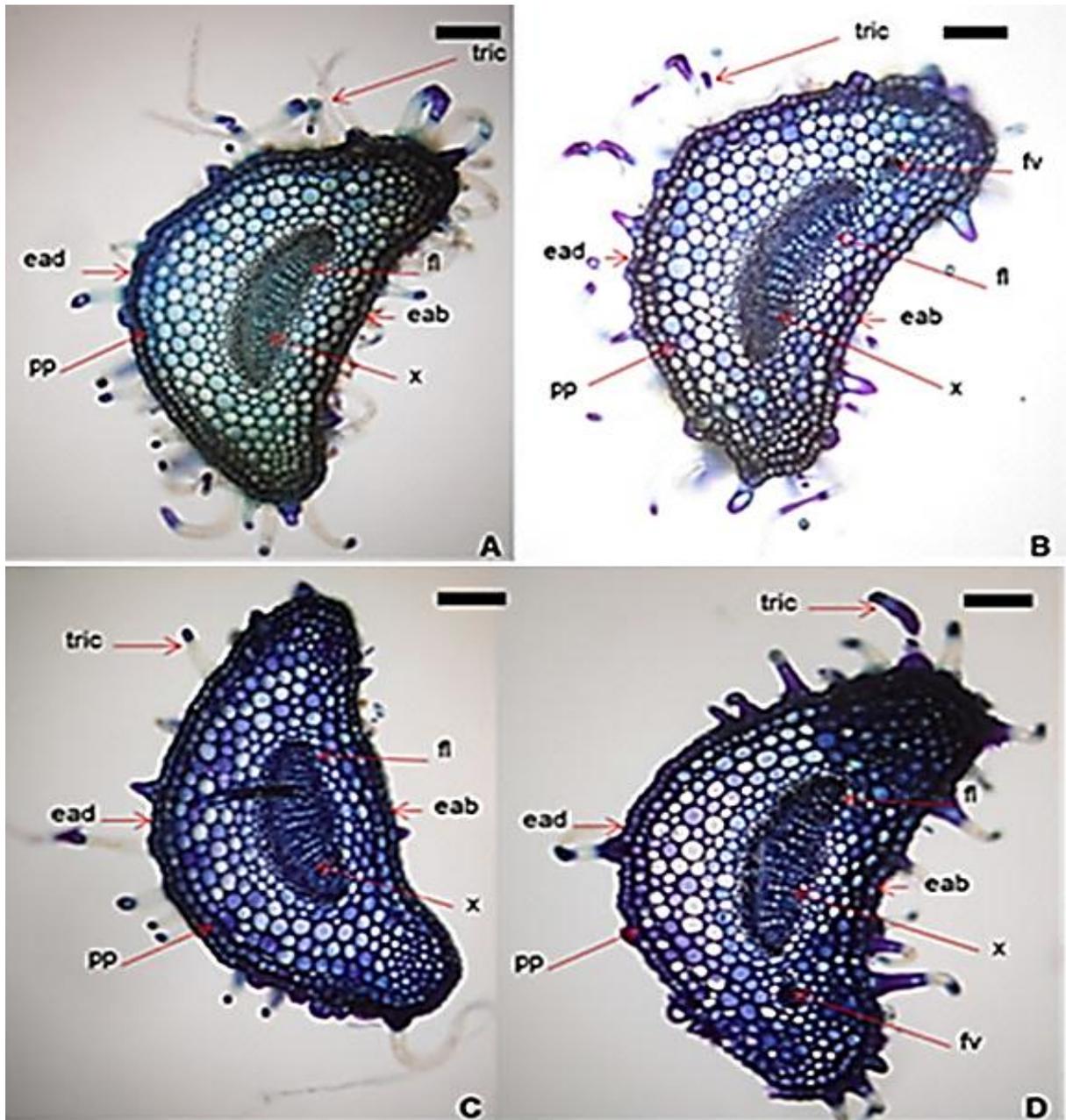


Figura 4. Corte transversal do pecíolo de *Origanum vulgare* L. cultivado a pleno sol e substrato (A: composto orgânico; B: Esterco bovino; C: NPK; D: solo). Tric: tricoma; ead: epiderme na face adaxial; pp: parênquima paliçádico; fv: feixe vascular; eab: epiderme na face abaxial; fl: floema; x: xilema. As barras indicam 40 μm . Cruz das Almas-BA, 2014.

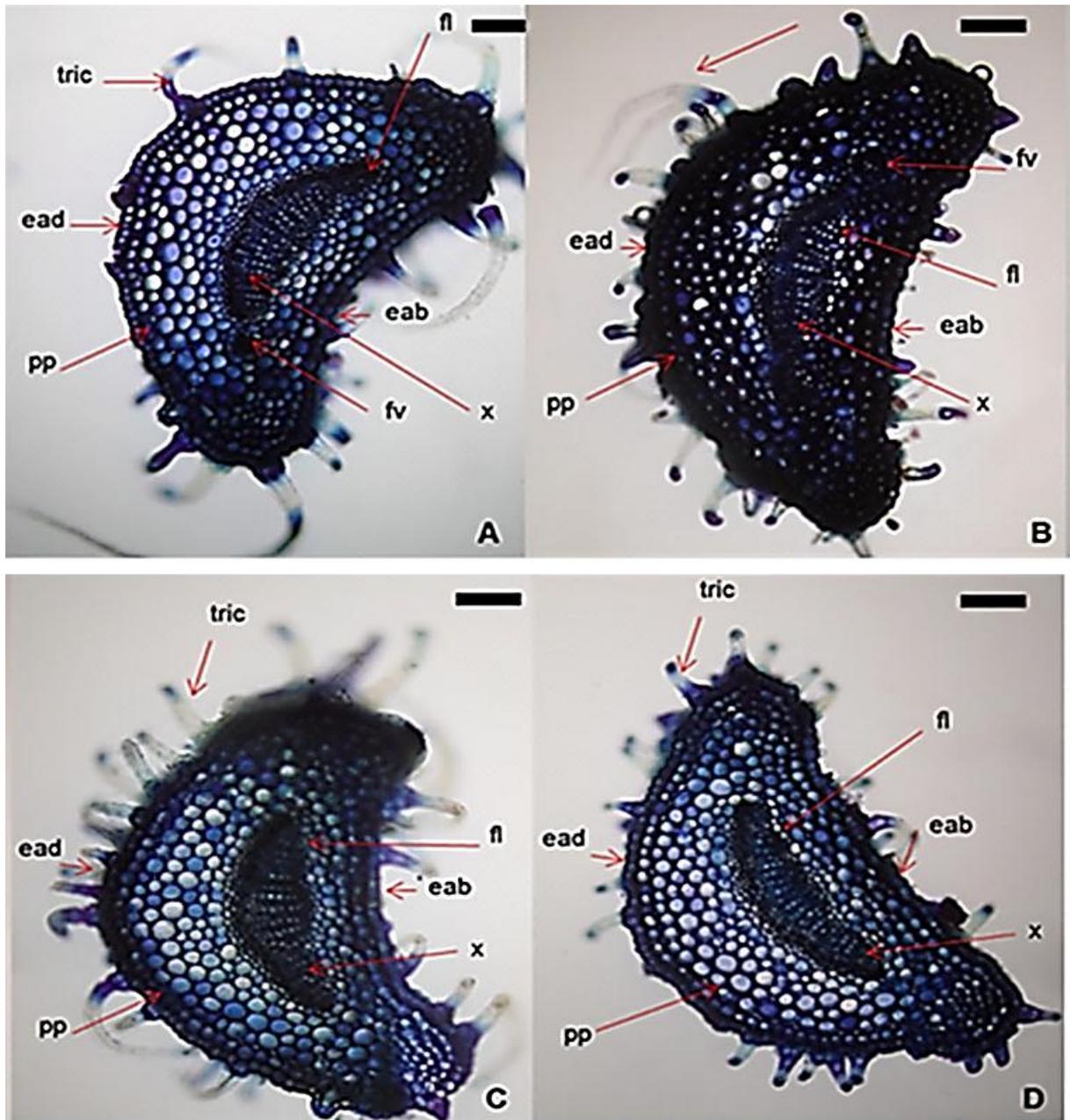


Figura 5. Corte transversal do pecíolo de *Origanum vulgare* L. cultivado sob malha vermelha e substrato (A: composto orgânico; B: Esterco bovino; C: NPK; D: solo). Tric: tricoma; ead: epiderme na face adaxial; pp: parênquima paliçádico; fv: feixe vascular; eab: epiderme na face abaxial; fl: floema; x: xilema. As barras indicam 40 μ m. Cruz das Almas-BA, 2014.

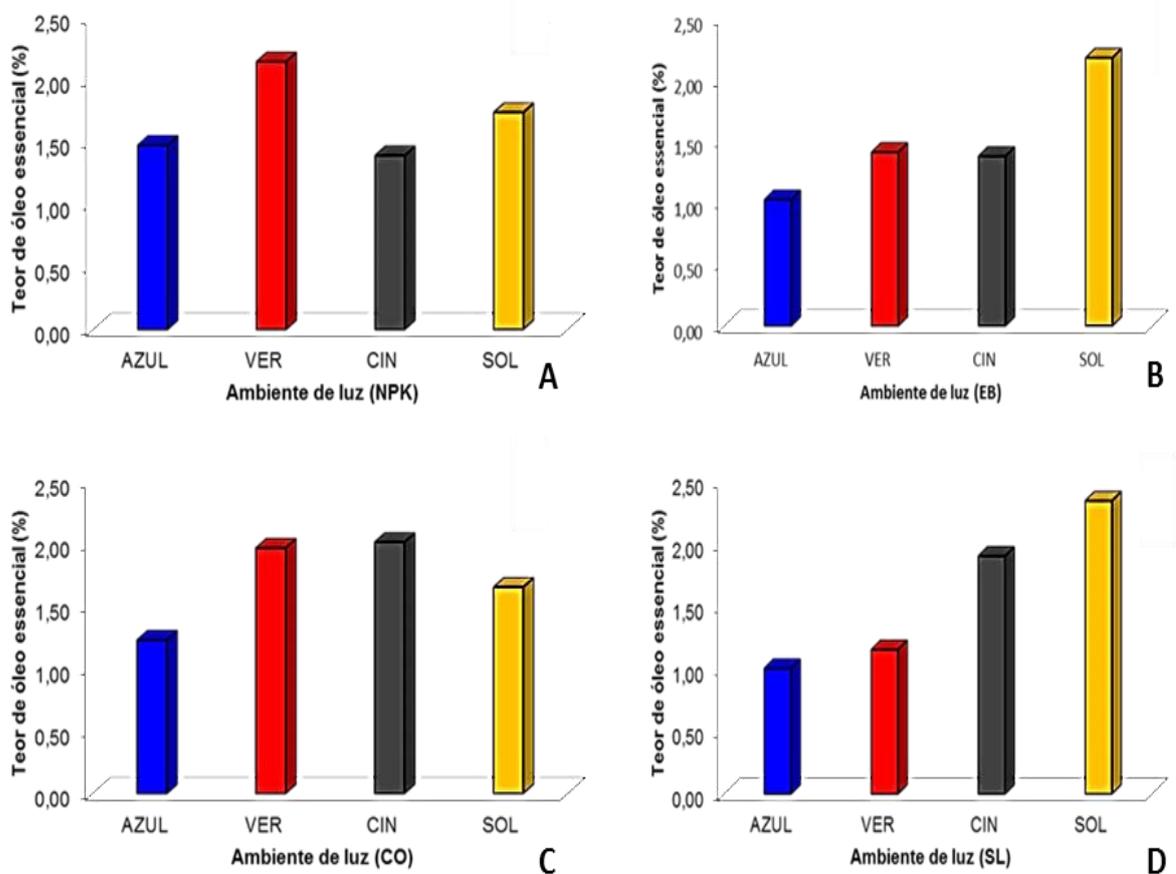
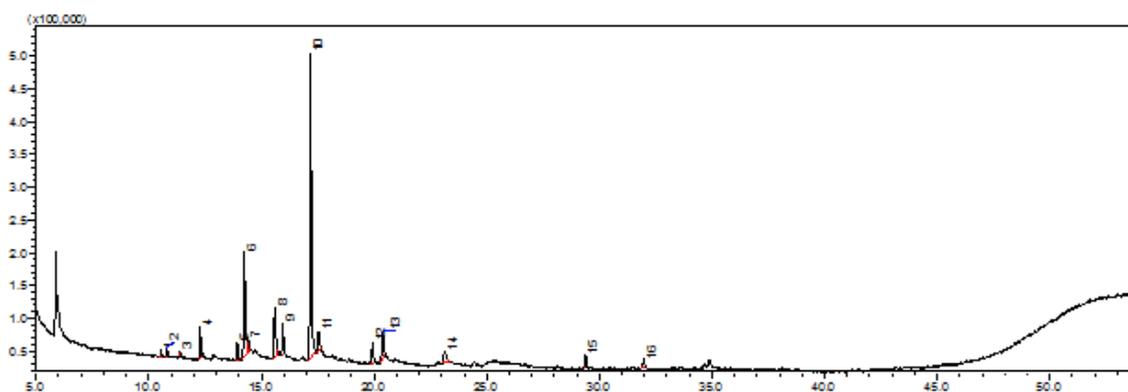


Figura 6. Teores de óleo essencial em folhas de *Origanum vulgare* L. cultivadas sob malhas fotoconversoras (Sol: pleno sol; Cin: malha cinza; Ver: malha vermelha e azul: malha azul) e distintos substrato (A = NPK: adubação mineral; B = EB: esterco bovino; C = CO: composto orgânico e D = SL: solo). Cruz das Almas-BA, 2014.

GC-MS



GC-FID

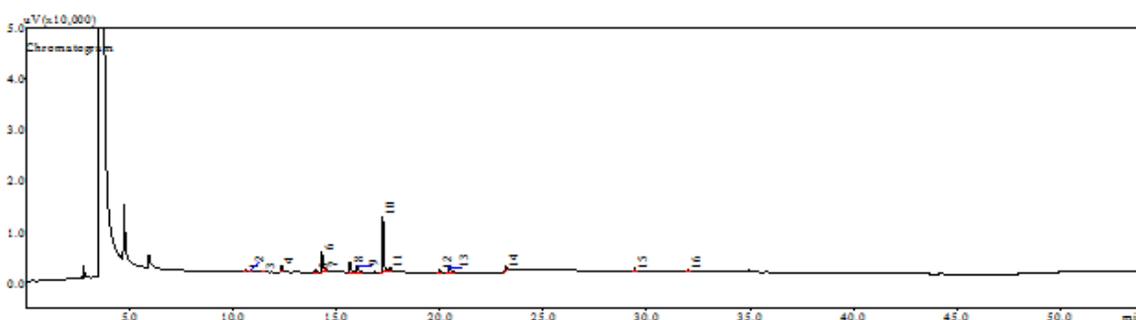
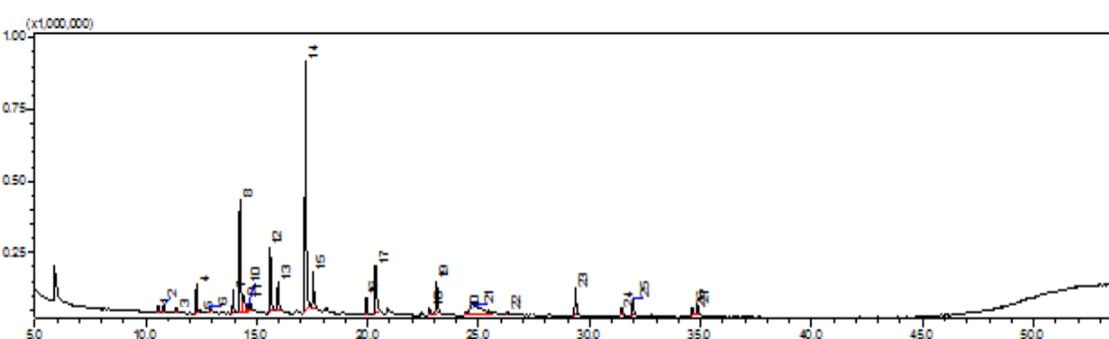


Figura 7. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+NPK, sob malha azul, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

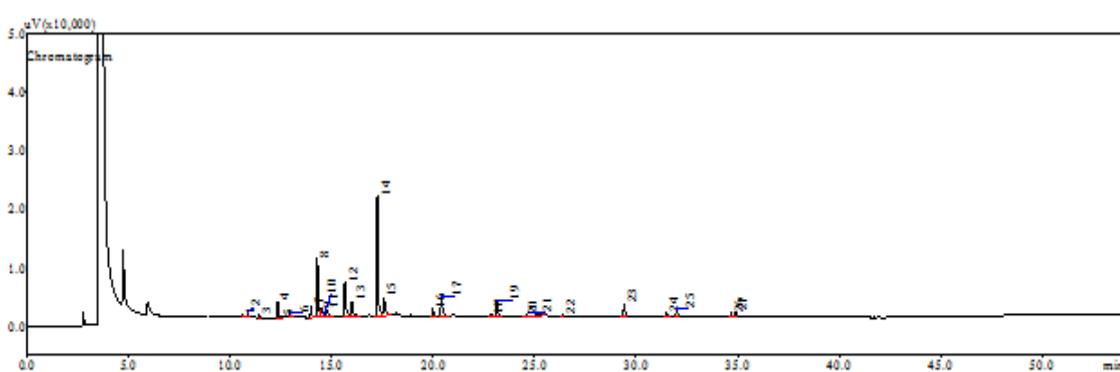
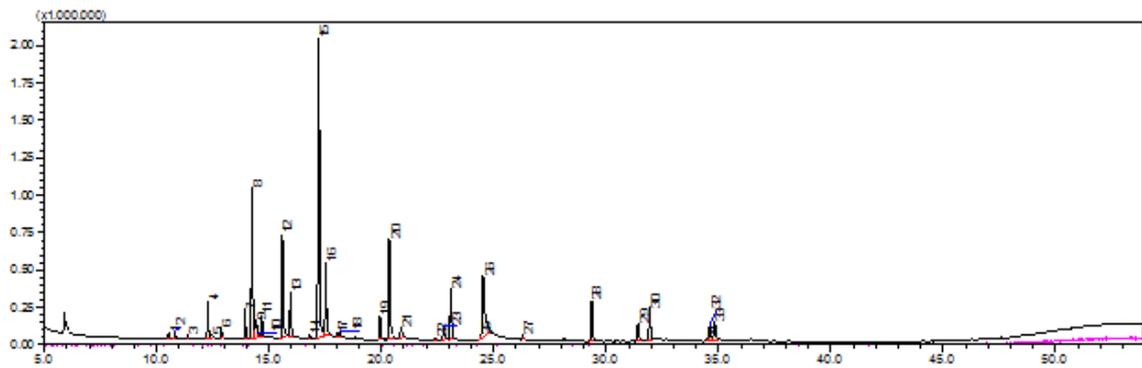


Figura 8. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+NPK, sob malha cinza, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

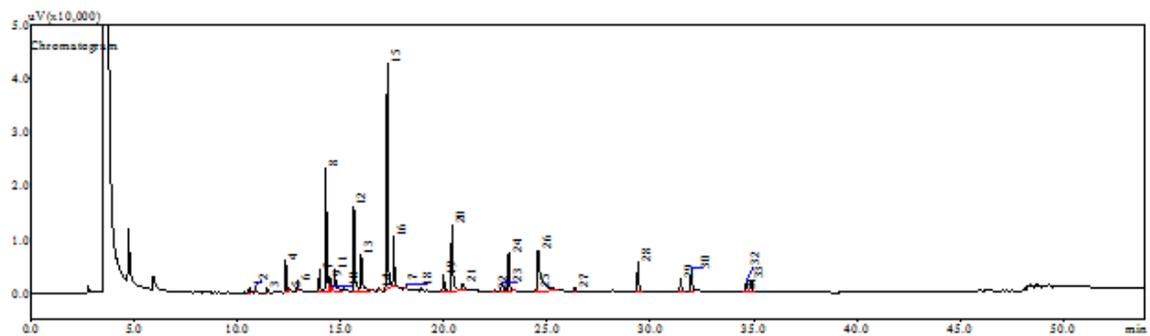
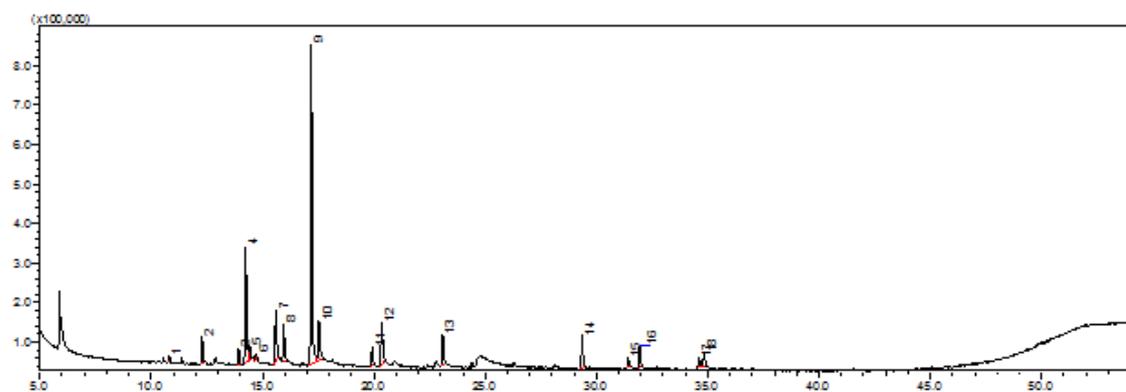


Figura 9. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+NPK, sob pleno sol, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

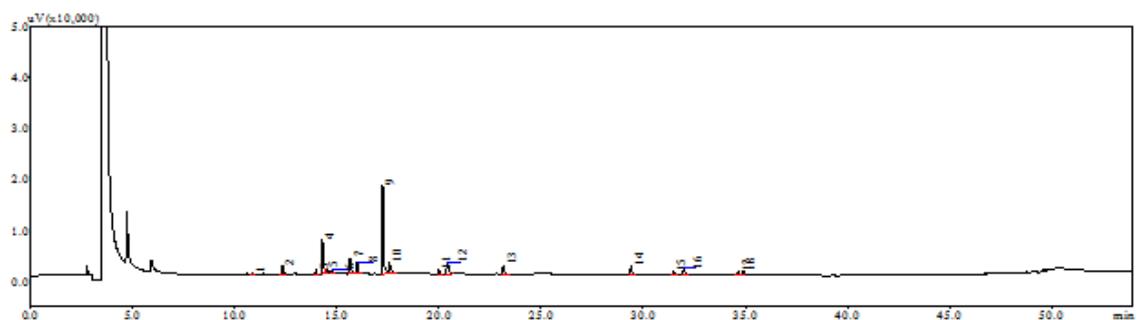
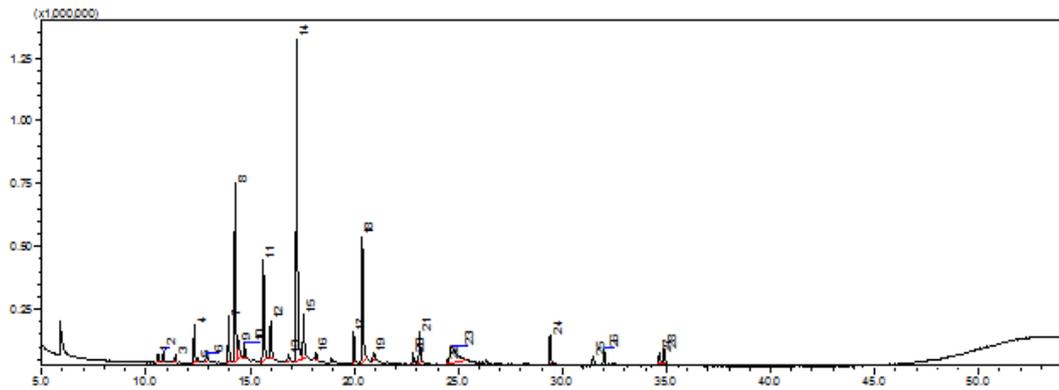


Figura 10. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+NPK, sob malha vermelha, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

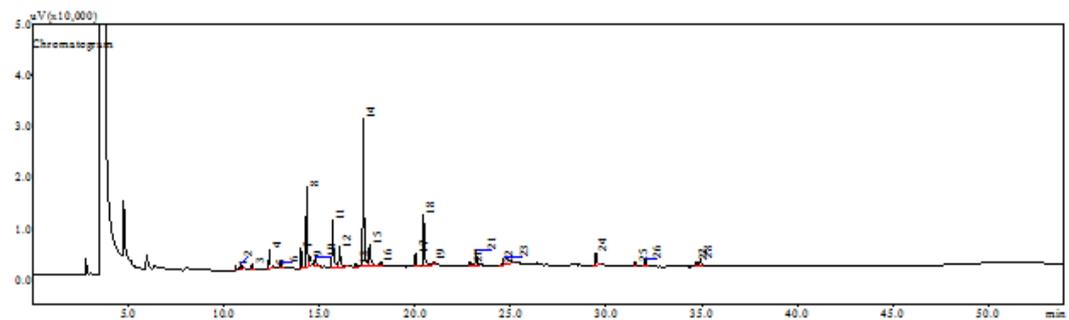
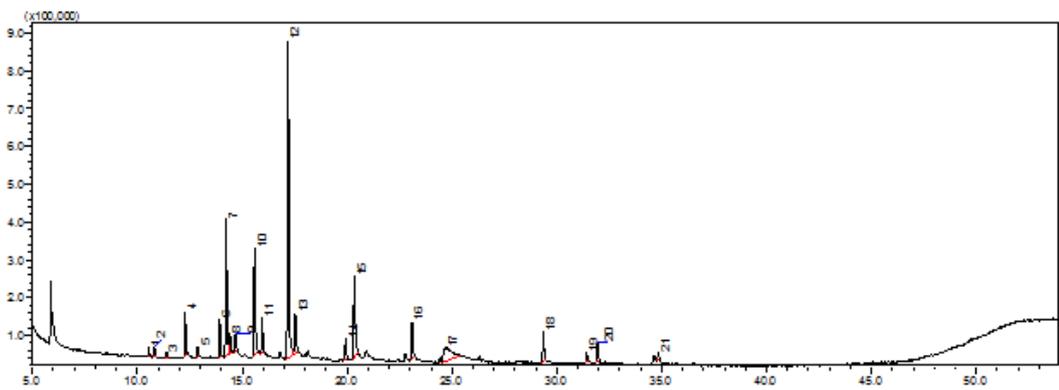


Figura 11. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+esterco bovino, sob malha azul, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

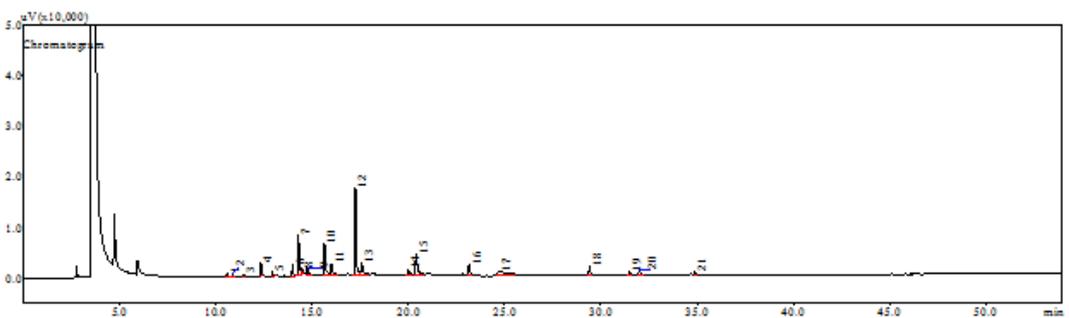
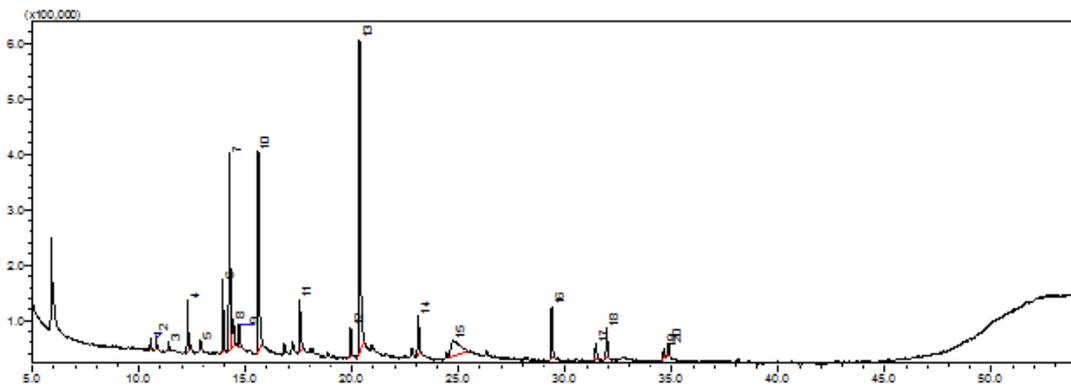


Figura 12. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+esterco bovino, sob malha cinza, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

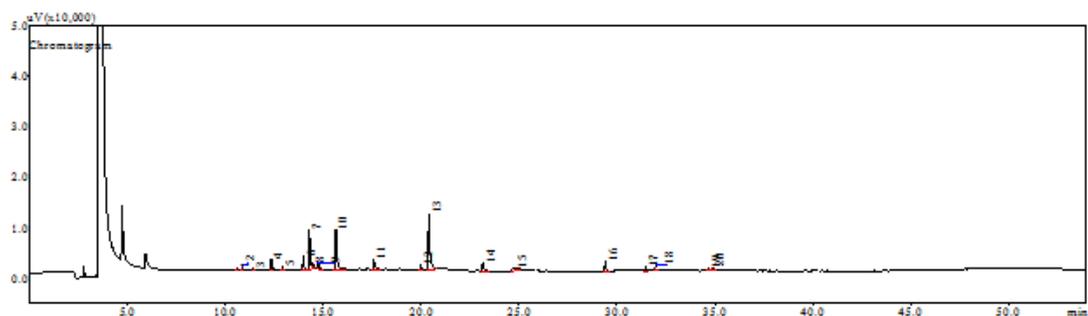
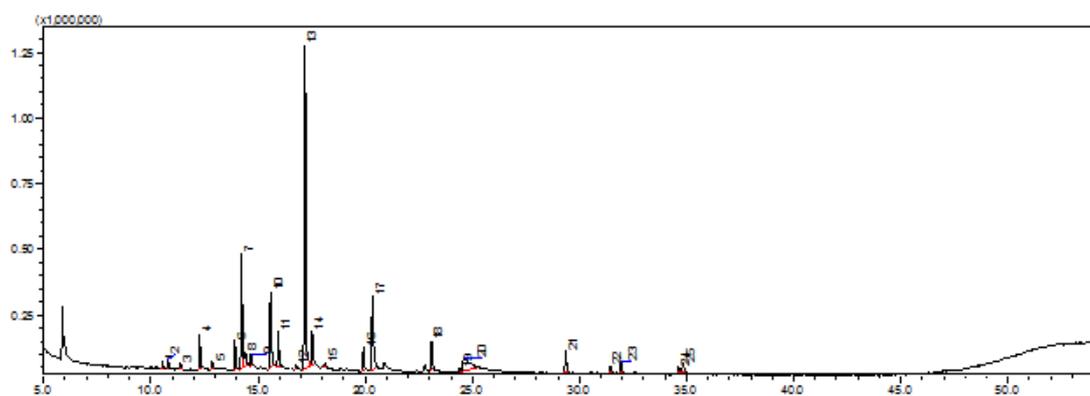


Figura 13. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+esterco bovino, sob pleno sol, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

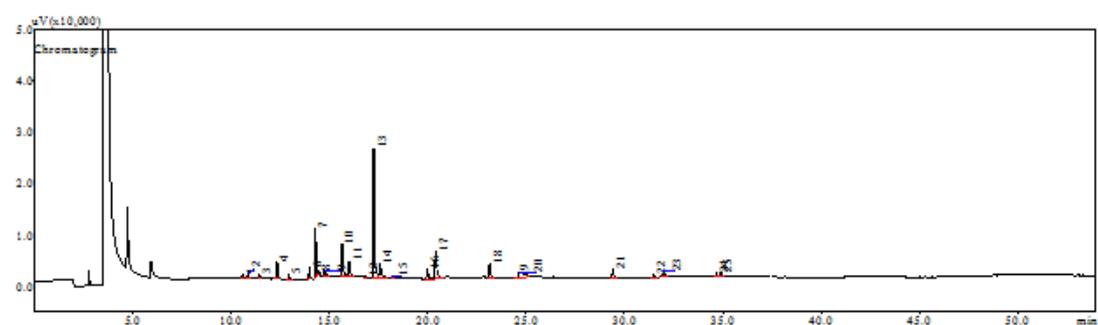
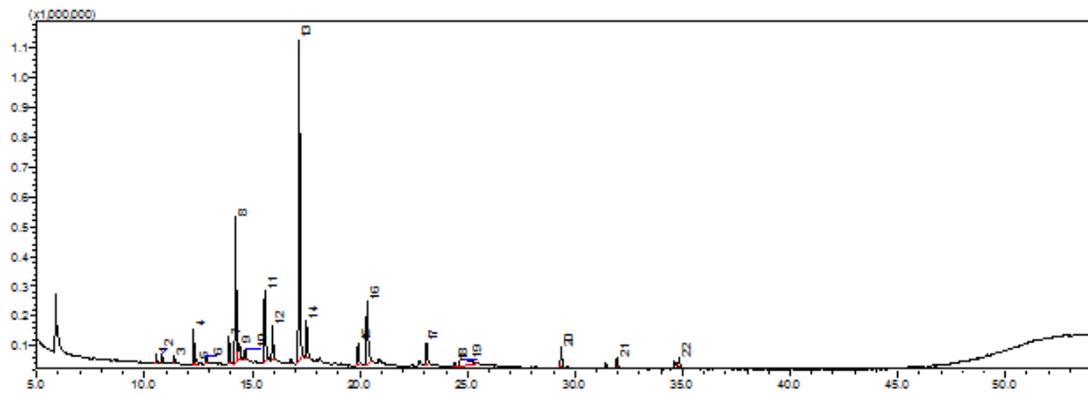


Figura 14. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+esterco bovino, sob malha vermelha, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

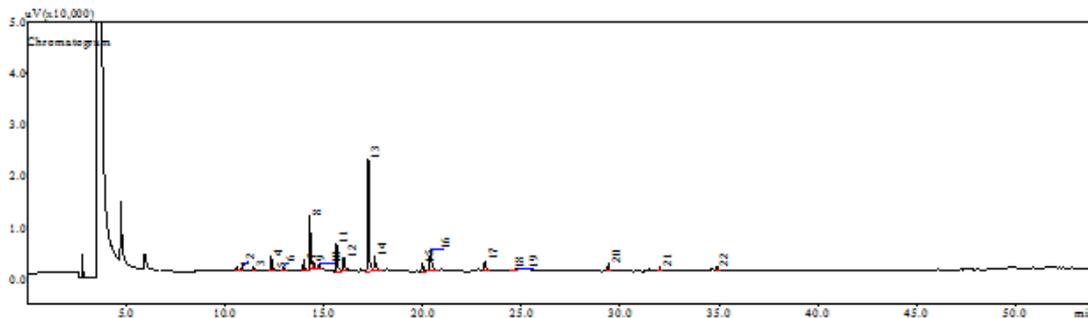
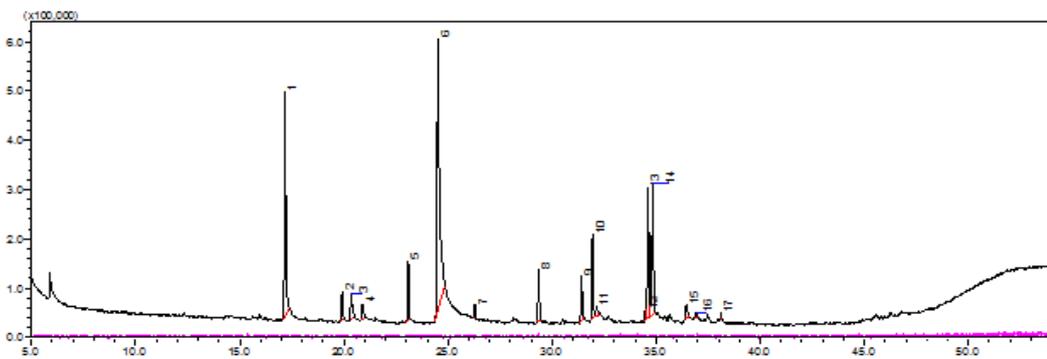


Figura 15. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+composto orgânico, sob malha azul, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

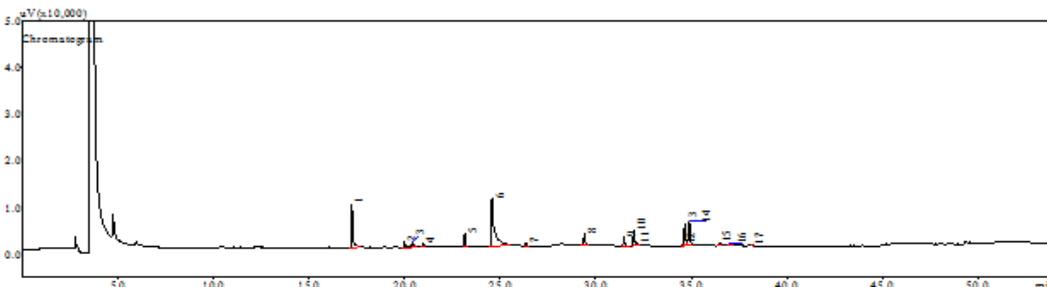
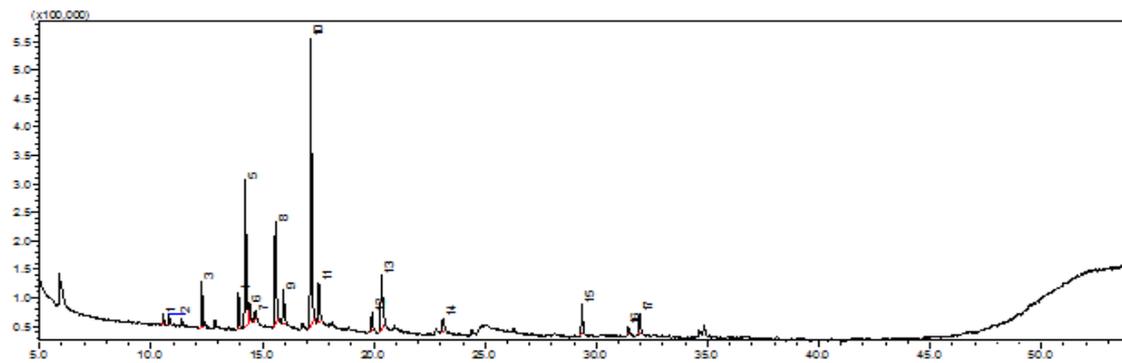


Figura 16. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+composto orgânico, sob malha cinza, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

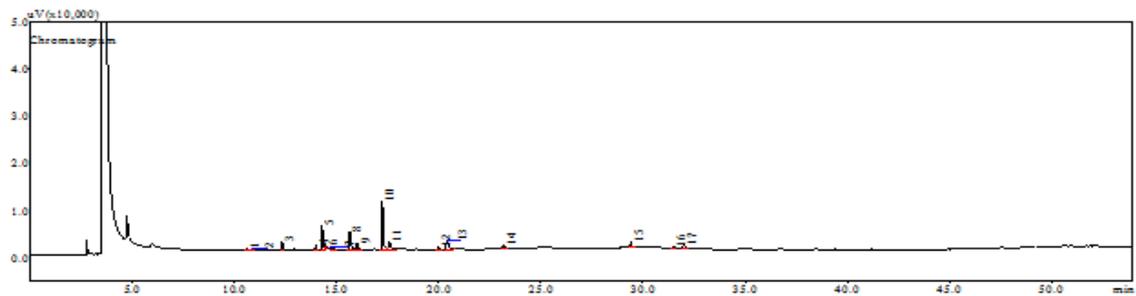
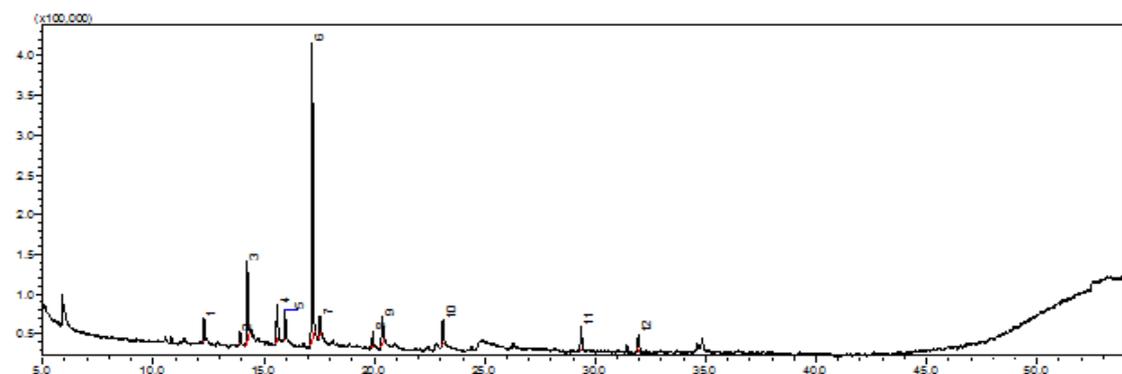


Figura 17. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+composto orgânico, sob pleno sol, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

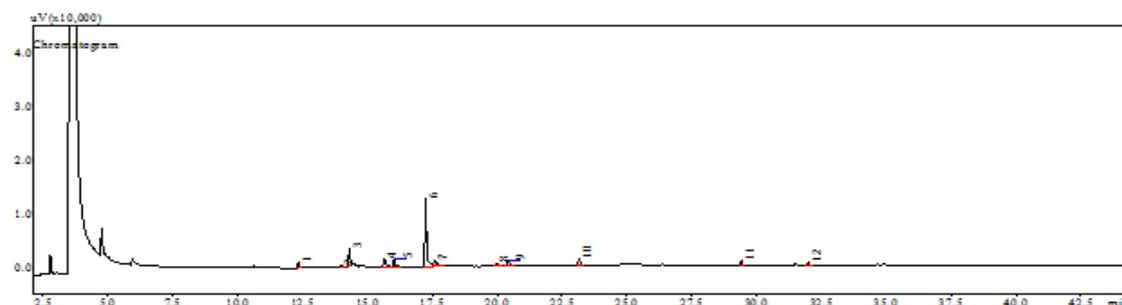
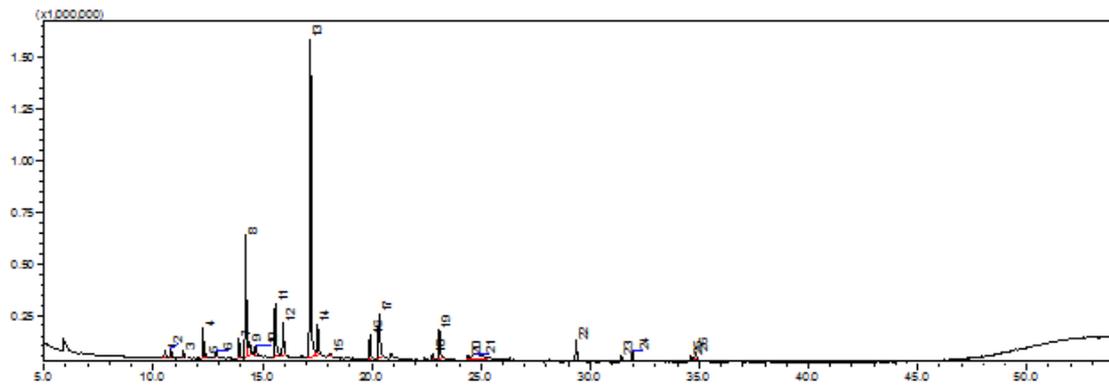


Figura 18. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo+composto orgânico, sob malha vermelha, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

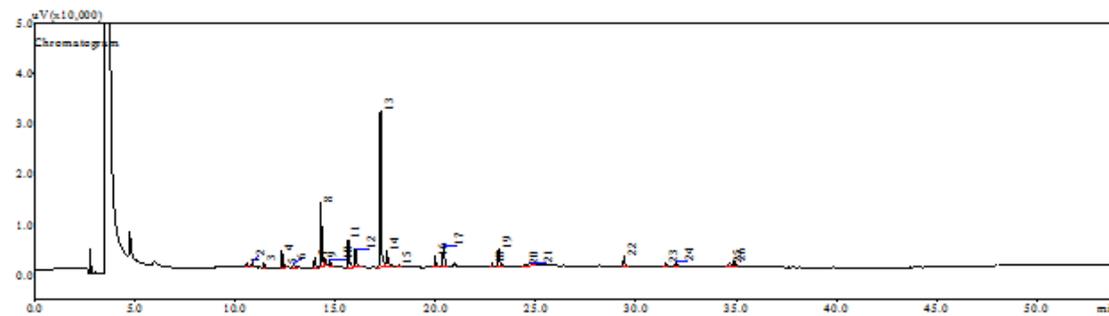
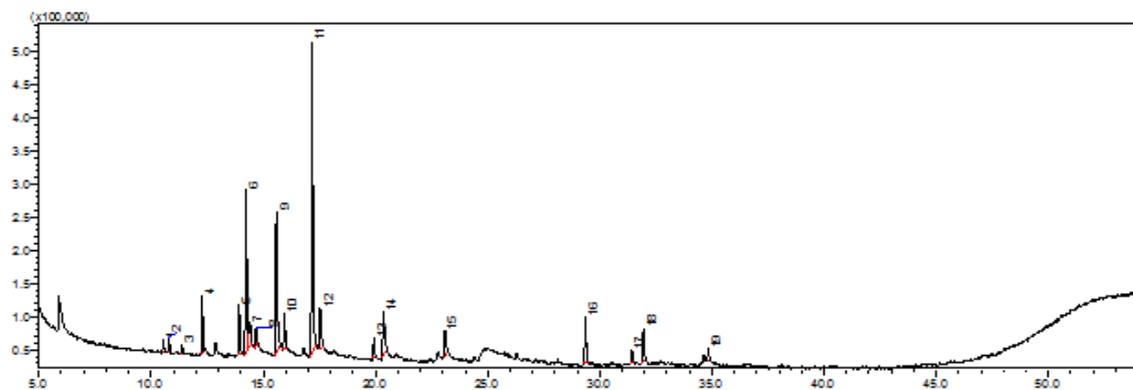


Figura 19. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo, sob malha azul, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

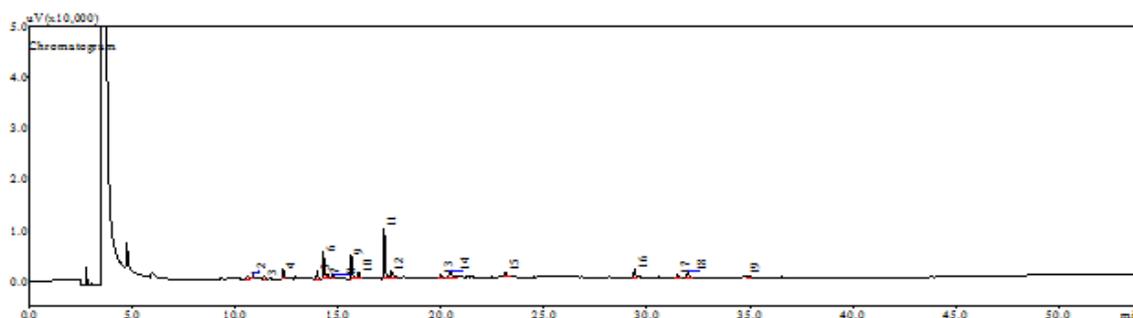
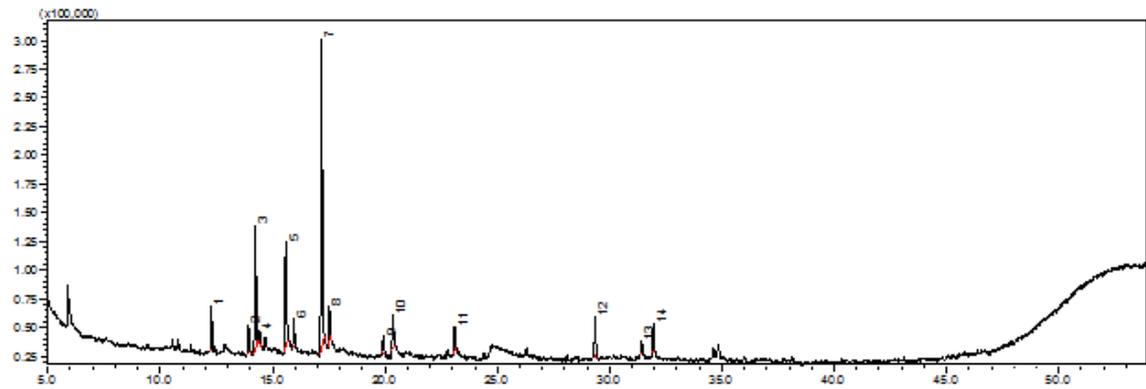


Figura 20. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo, sob malha cinza, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

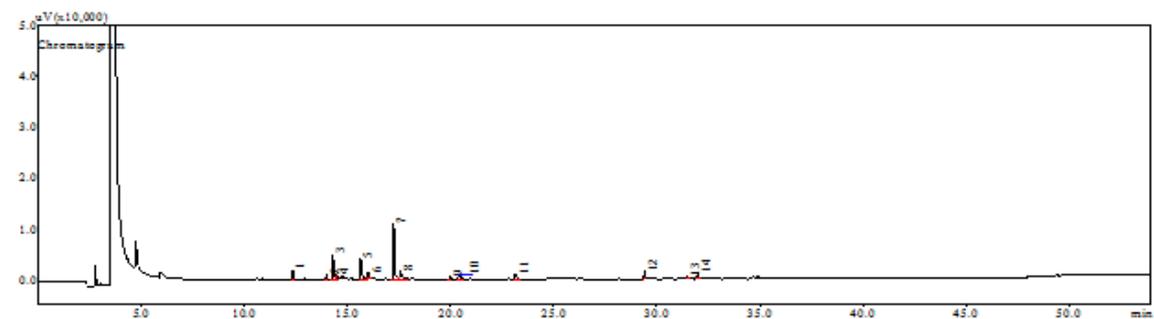
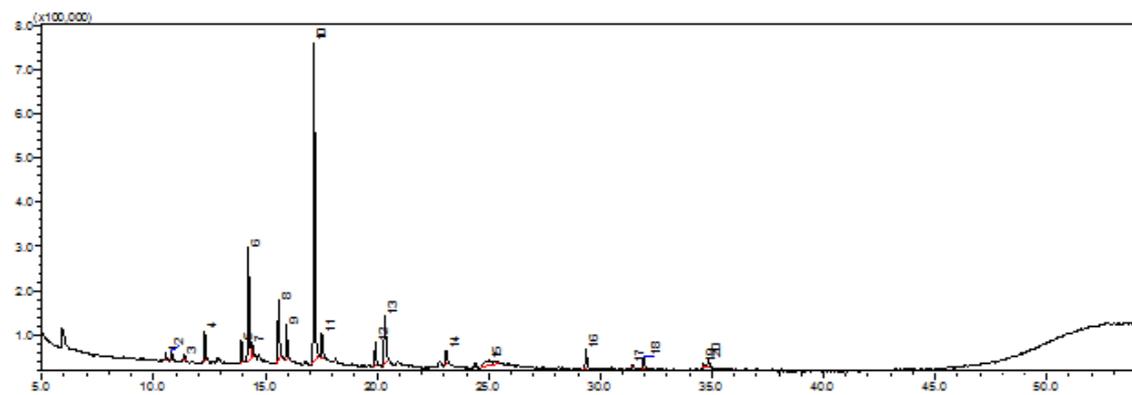


Figura 21. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo, sob pleno sol, obtido através da análise em CG/MS.

GC-MS



GC-FID

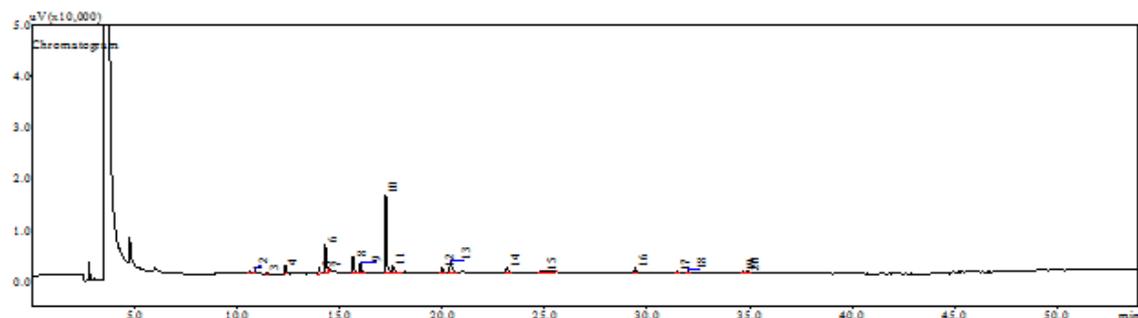


Figura 22. Perfil cromatográfico de óleo essencial de plantas de orégano cultivadas em solo, sob malha vermelha, obtido através da análise em CG/MS.



FIGURA 23. Análise das plantas de orégano (A) e corte do pecíolo de folhas de orégano (B).



FIGURA 24. Coloração do pecíolo (A) e análise fotossintética (B) em plantas de orégano.