

RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

ESTRUTURA DO LIMBO E TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL EM *Piper aduncum* L. SOB A INFLUÊNCIA DE MALHAS FOTOSELETIVAS

Sara Dousseau Arantes¹, Izabel de Souza Chaves², José Eduardo Brasil Pereira Pinto³, Amauri Alves de Alvarenga³, Evaristo Mauro de Castro³, Eduardo Alves³, Basílio Cerri Neto^{4*}, Daniele Freisleben Lavanhole⁵, Fernanda Rodrigues Nunes e Silva⁴, Thayanne Rangel Ferreira⁵, Lúcio de Oliveira Arantes¹, Vinicius de Souza Oliveira⁵, Edilson Romais Schmidt⁵

¹Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Centro Regional de Desenvolvimento Rural, Brasil

²Universidade Federal de São João del-Rei

³Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, Setor de Fisiologia vegetal, Lavras, Minas Gerais, Brasil

⁴Universidade Federal do Espírito Santo, campus Goiabeiras, Vitória- Espírito Santo, Brasil

⁵Universidade Federal do Espírito Santo, campus São Mateus, São Mateus, Espírito Santo, Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 20th July, 2019

Received in revised form

27th August, 2019

Accepted 14th September, 2019

Published online 16th October, 2019

Key Words:

Pimenta De Macaco,

Planta Medicinal,

Anatomia Foliar.

*Corresponding author: Basílio Cerri Neto

ABSTRACT

Piper aduncum L., conhecido como pimenta-de-macaco, é um arbusto produtor de óleo essencial, com uso promissor tanto na agricultura como na medicina, devido à sua ação inseticida e fungicida. Embora haja interesse comercial pela espécie, são escassos os estudos sobre o seu ambiente de cultivo. Dentre as tecnologias utilizadas para se obter características agrônomicas desejáveis, o sombreamento com malhas fotoseletivas tem se destacado como viável no cultivo de diversas espécies. Sendo assim, objetivou-se avaliar a influência do sombreamento com malhas fotoseletivas sobre o desenvolvimento inicial e a estrutura foliar de *Piper aduncum* L. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se mudas desenvolvidas por cinco meses em tubos de PVC (15 x 30 cm), contendo substrato à base de terra de subsolo, esterco bovino e areia (2:1:1) e mantidas em condições de viveiro, com malhas fotoseletivas de 50% de sombreamento nas cores preta, vermelha e azul. A estrutura do limbo foliar foi descrita a partir de seções transversais e paradérmicas da região mediana de folhas completamente expandidas localizadas entre o segundo e o terceiro interno, analisadas por técnicas de microscopia de luz e eletrônica de varredura. Das seções transversais foram obtidas as espessuras dos tecidos (epiderme da superfície adaxial, camada subcelular superior, parênquima paliçádico, parênquima de transição, parênquima esponjoso, camada subcelular inferior e epiderme da superfície abaxial) e total do limbo. Das seções paradérmicas foram obtidos o número de tricomas glandulares e tectores por mm², de ambas as superfícies do limbo em microscopia eletrônica de varredura e número e diâmetro dos estômatos em microscopia de luz. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A estrutura do limbo foi influenciada pelas malhas coloridas. O desenvolvimento sob a malha azul proporcionou maiores espessuras da hipoderme adaxial e abaxial, do parênquima esponjoso e do limbo total, enquanto sob a malha vermelha a espessura de todos os tecidos do limbo foram menores, exceto do parênquima de transição e da epiderme abaxial, que não diferiram entre as condições de sombreamento. O número de estômatos foi superior na malha azul e vermelha e inferior na preta. Ao contrário do que foi observado para o número, os diâmetros polar e equatorial dos estômatos foram superiores na malha preta e inferior na azul e vermelha. Na superfície adaxial, o número de tricomas glandulares foram superiores na malha preta, seguida pela azul e pela vermelha. Na abaxial foi semelhante, exceto pela malha vermelha, que não diferiu das demais condições. Na superfície adaxial, os tricomastectores foram superiores na malha preta, seguido pela azul e vermelha, que não diferiram entre si. Na abaxial não foi observada diferenças entre as malhas coloridas. O teor dos óleos essenciais extraídos separadamente das folhas e ramificações, não diferiram entre as malhas de sombreamento.

Copyright © 2019, Sara Dousseau Arantes et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Sara Dousseau Arantes, Izabel de Souza Chaves, José Eduardo Brasil Pereira Pinto et al, 2019. "Estrutura do limbo e teor de óleo essencial em *Piper aduncum* L. sob a influência de malhas fotoseletivas", *International Journal of Development Research*, 09, (10), 30197-30202.

INTRODUCTION

Piper aduncum L., conhecido como pimenta-de-macaco, é um arbusto nativo da América Tropical e amplamente distribuído em quase todo o território brasileiro, principalmente em pastagens e bordas de matas (Lorenzi; Matos, 2002). Apresenta potencial de utilização na recomposição de áreas degradadas e, da parte aérea, é extraído óleo essencial, com uso promissor tanto na agricultura como na medicina, devido à baixa toxicidade a mamíferos, possui também ação inseticida

(Pereira et al., 2009) e fungicida (Guerriniet al., 2009). Embora haja interesse comercial pela espécie, são escassos os estudos sobre o seu desenvolvimento inicial em função do ambiente de cultivo. O desenvolvimento das plantas é regulado pelas características genéticas, ambientais e hormonais. Dentre os fatores ambientais de origem biótica, a radiação se destaca por influenciar diversos processos no biociclo vegetal. As plantas utilizam a luz como uma fonte de energia, a qual pode estimular ou limitar o processo fotossintético e como um sinal com informações espaciais e temporais importantes sobre o seu ambiente circundante (Waters; Langdale, 2009). Quando

sujeitas ao sombreamento da vegetação, as plantas são expostas a uma variedade de sinais informativos, que incluem a alteração na qualidade da radiação e uma redução na quantidade de radiação; ocorre uma diminuição na proporção de comprimentos de onda vermelha e vermelho-extremo (baixa relação V:VE) e azul (Franklin, 2009). Alterações no ambiente luminoso podem induzir as plantas a desenvolverem estratégias adaptativas altamente plásticas, quer seja para tolerar ou evitar o sombreamento (Franklin, 2009). A anatomia foliar pode ser grandemente influenciada pela radiação recebida durante o crescimento, uma vez que a folha é um órgão plástico e sua estrutura interna adapta-se às condições externas do ambiente (Schluter et al., 2003). As respostas das plantas às alterações na qualidade da luz são variáveis, por isso, torna-se necessário o conhecimento de quais porções do espectro estão envolvidas nas respostas de cada planta, principalmente, sobre a anatomia foliar de espécies que apresentam importância medicinal (Martins et al., 2008). Essa capacidade dos vegetais em responder ao ambiente de cultivo tem sido utilizada para se obter características anatômicas desejáveis. Dentre as tecnologias utilizadas, o sombreamento com malhas fotoseletivas tem se destacado como uma tecnologia viável no cultivo de espécies de interesse ornamental (Lima et al., 2010), medicinal (Brant et al., 2008; Martins et al., 2008; Martins et al., 2009). A manipulação espectral pode ser utilizada para promover respostas anatômicas desejadas, como estímulo no vigor vegetativo, nanismo, ramificação, diversidade de folhas e tempo de floração (Shahaket al., 2008). Segundo Oren-Shamir et al. (2001), as malhas fotoseletivas diferem nos espectros de transmitância da radiação fotossinteticamente ativa. A malha azul apresenta um pico principal de transmitância na região do azul-verde (400-540nm), enquanto que a malha vermelha possui maior transmitância para comprimentos de ondas superiores a 590 nm. Objetivou-se avaliar os efeitos do cultivo sob malhas de transmissão de luz diferenciada sobre o desenvolvimento das plantas, o conteúdo de pigmentos cloroplastídeos e o teor dos óleos essenciais de folhas e caules e a estrutura foliar de *P. aduncum*.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no viveiro de Plantas Medicinais, do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Lavras, no período de janeiro a junho de 2006, sob condições de viveiro. As mudas foram produzidas a partir de sementes coletadas em plantas adultas, no Município de Lavras (21°14'S, 45°00'W GRW, altitude 918m), Minas Gerais (MG). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se mudas desenvolvidas por 50 dias em bandeja de isopor com 72 células, contendo o substrato Plantmax® e mantidas em sala de crescimento. Posteriormente foram transplantadas para tubos de PVC (15 x 30 cm), contendo substrato à base de terra de subsolo, esterco bovino e areia (2:1:1) e mantidas em condições de viveiro, sob sombreamento de 50% com malhas fotoseletivas, nas cores preta, vermelha e azul. Durante todo o período experimental as mudas foram irrigadas diariamente. Após cinco meses do transplante foi realizada uma avaliação final quanto à estrutura do limbo e o teor do óleo essencial. A estrutura do limbo foliar foi descrita a partir de seções transversais e paradérmicas da região mediana de folhas completamente expandidas localizadas entre o segundo e o terceiro entrenó, sendo analisadas por técnicas de microscopia de luz e eletrônica de varredura. Das seções transversais em

microscopia eletrônica de varredura foram obtidas as espessuras dos tecidos (epiderme da superfície adaxial, camada subcelular superior, parênquima paliçádica, parênquima de transição, parênquima esponjoso, camada subcelular inferior e epiderme da superfície abaxial) e total do limbo. Das seções paradérmicas em microscopia eletrônica de varredura foram obtidos o número de tricomas glandulares e tectores por mm², de ambas as superfícies do limbo. Para a análise estomática realizou-se seções peridérmicas e posteriormente foram observados em microscopia de luz. Para a caracterização anatômica por meio de microscopia de luz, as folhas foram fixadas em álcool 70% e as seções transversais obtidas à mão-livre, clarificadas em hipoclorito de sódio comercial diluído a 50%, seguida de lavagens com água destilada, coradas com safralbl (safranina e azul de Astra, 1:1) (Johansen, 1940), e novamente lavadas em água destilada. As seções paradérmicas foram obtidas pela dissociação química das epidermes adaxial e abaxial, mediante imersão de fragmentos de 1 cm² em mistura de Jeffrey (ácido nítrico e ácido crômico a 10%, 1:1), durante 12 horas (Johansen, 1940). A epiderme adaxial foi clarificada em hipoclorito de sódio comercial diluído a 50%, seguida de lavagens em água destilada, coradas com safranina 1% e novamente lavadas em água destilada. A epiderme abaxial não foi clarificada. Lâminas semi-permanentes foram montadas com água glicerínica (1:1) e em seguida, analisadas e microfotografadas em microscópio Olympus modelo BX 60, com câmera digital Canon A630 acoplada. As escalas referentes às ilustrações foram obtidas utilizando-se lâmina micrométrica nas mesmas condições ópticas utilizadas para cada caso.

Para a caracterização anatômica por meio de microscopia eletrônica de varredura, fragmentos da região mediana do limbo foram coletados e fixados em Karnovsky modificado - Glutaraldeído 2,5%, formaldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio 0,05 M, pH 7,2, CaCl₂ 0,001 M. Esses foram armazenados nessa solução por um mês em geladeira. As seções paradérmicas foram lavadas em tampão cacodilato, pós-fixadas em tetróxido de ósmio 1% por 2 h, desidratadas em gradiente progressivo de acetona, submetidas à secagem ao ponto crítico (BAL-TEC, modelo CPD-030, Principality of Liechtenstein), montadas em stubs de alumínio com fita dupla-face e metalizados em evaporador de ouro Sputtering (BAL-TEC, modelo SCD-050, Principality of Liechtenstein). Para a obtenção das seções transversais, as amostras foram imersas em solução de glicerol 30% em água destilada por 30 minutos, congeladas em nitrogênio líquido e fraturadas com bisturi. Essas seções foram pós-fixadas em tetróxido de ósmio e preparadas conforme descrito acima. Todas as seções foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura (LEO, modelo EVO 40 XVP, Cambridge-UK). O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação durante 2 horas, utilizando-se aparelho de Clevenger modificado, foram utilizados 40 gramas de matéria seca de cada órgão (caule e folha) de plantas coletadas entre 7 e 9 horas da manhã, separando-se parte aérea de ramos. Após a extração, o óleo essencial foi quantificado e acondicionado em frascos hermeticamente fechados contendo tampa de borracha, coberto com papel laminado, evitando-se a exposição à luz, e mantido sob refrigeração (8°C). Foram determinados os teores do óleo essencial com base na matéria seca de folhas, ramos e parte aérea total. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x4, com 4 repetições de 25 sementes/tratamento. A análise estatística foi realizada mediante o uso do programa estatístico

Sisvar sendo realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O limbo em secção transversal (Fig. 1a - c) possui epiderme adaxial e abaxial com formato variável, tendendo ao retangular, alongadas no sentido periclinal. Logo abaixo de ambas as epidermes, foram observadas a presença de uma a duas camadas de células grandes desprovidas de cloroplastos, aqui denominada de camada subcelular. Essa camada é sempre contínua e bem desenvolvida abaixo da epiderme adaxial; porém, menor e algumas vezes ausente na abaxial. No mesofilo é evidenciado parênquima clorofiliano com disposição dorsiventral, constituído por um extrato de parênquima paliádico ou com mais um segundo extrato apresentando morfologia transicional entre os parênquimas paliádico e esponjoso (Fig. 1a - c). parênquima esponjoso é constituído por três a quatro camadas de células isodiamétricas de disposição aleatória, com poucos espaços intercelulares do tipo meatos. O Foi observada a presença de idioblastos unicelulares de tamanho variado, com distribuição variada na folha, alojando-se sob uma leve depressão ou em mesmo nível das células vizinhas, principalmente nas camadas subcelulares e epidermes, principalmente na abaxial (Fig. 1a), ou distribuídos ao longo do mesofilo (Fig. 1c).

Quando está no mesofilo, esses idioblastos possuem formato arredondado e, quando inseridos na epiderme, apresentam formato ovalado. Em secção paradérmica, as células epidérmicas de ambas as superfícies foliares possuem formato bastante variado, como poligonal, cúbicas e retangulares, alongadas no sentido periclinal, com contorno liso e recoberta por cutícula delgada (Fig. 1d - i). Foi observada a presença de estômatos apenas na superfície abaxial do limbo, sendo a folha classificada como hipoestomática, com seus complexos estomáticos do tipo tetracíticos (Fig. 1g - i). Os estômatos de *P. aduncum* são salientes. Foram observados tricomastectores e glandulares, distribuídos em ambas as superfícies do limbo (Fig. 1d - i). Os tipos de tricomastectores encontrados foram dois: unicelular curto de extremidade afilada e pluricelular de extremidade afilada. Os tricomas unicelulares e pluricelulares possuem a base envolta por células epidérmicas dispostas em roseta. No limbo, os tricomastectores unicelulares foram encontrados em maior abundância, ao passo que os tectores pluricelulares estavam restritos praticamente às nervuras, e os tectores captados, somente na nervura central, sendo ainda mais raros. Os tricomas glandulares são de três tipos morfológicos: com pedúnculo nítido e porção secretora unicelular de formato globular; com pedúnculo mais curto e inserido entre as células epidérmicas e com porção secretora ovóide, recoberta por cutícula e que apresenta-se curvada sobre a epiderme e outro com base assemelhando-se ao tricoma pluricelular com porção secretora ovóide na extremidade.

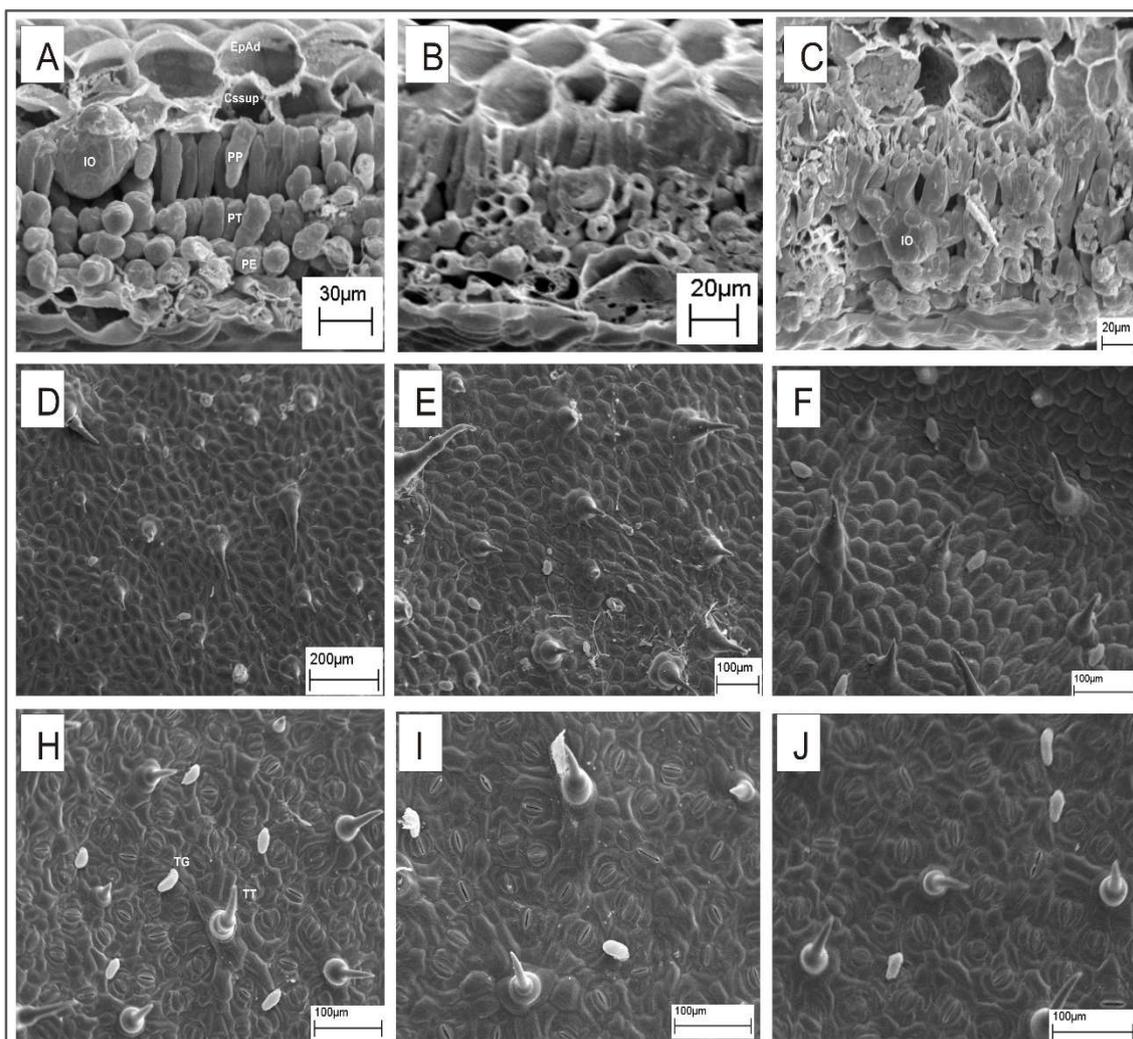


Fig.1. Eletromicrografia de varredura de secções transversais (A - C) e paradérmicas (D - J) do limbo de *Piper aduncum*, cultivada sob malhas de cores preta (A, D e H), azul (B, E e I) e vermelha (C, F e J), sendo que EpAd= epiderme da superfície adaxial; CSSup= camada subcelular superior; PP= parênquima paliádico; PT= parênquima de transição; PE= parênquima esponjoso; IO= idioblasto oleífero; TG= tricoma glandular ovóide; TT= tricomastector

Tabela 1. Espessura dos tecidos e total do limbo *P. aduncum* após cultivo sob malhas coloridas. EpAd= epiderme da superfície adaxial; CSSup= camada subcelular superior; PP= parênquima paliçádico; PT= parênquima de transição; PE= parênquima esponjoso; CSinf= camada subcelular inferior; EpAb= epiderme da superfície abaxial

Cor da malha	EpAd	CSsup	PP	PT	PE	CSinf	EpAb	Limbo Total
Preta	23,07 a	26,76 ab	35,25 a	17,50 a	35,28 b	5,15 b	15,16 a	149,61 ab
Azul	23,44 a	28,76 a	36,61 a	15,91 a	43,07 a	13,31 a	16,71 a	158,67 a
Vermelha	18,45 b	24,00 b	31,57 b	17,59 a	32,50 b	9,60 ab	15,47 a	143,64 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre ($p < 0,05$).

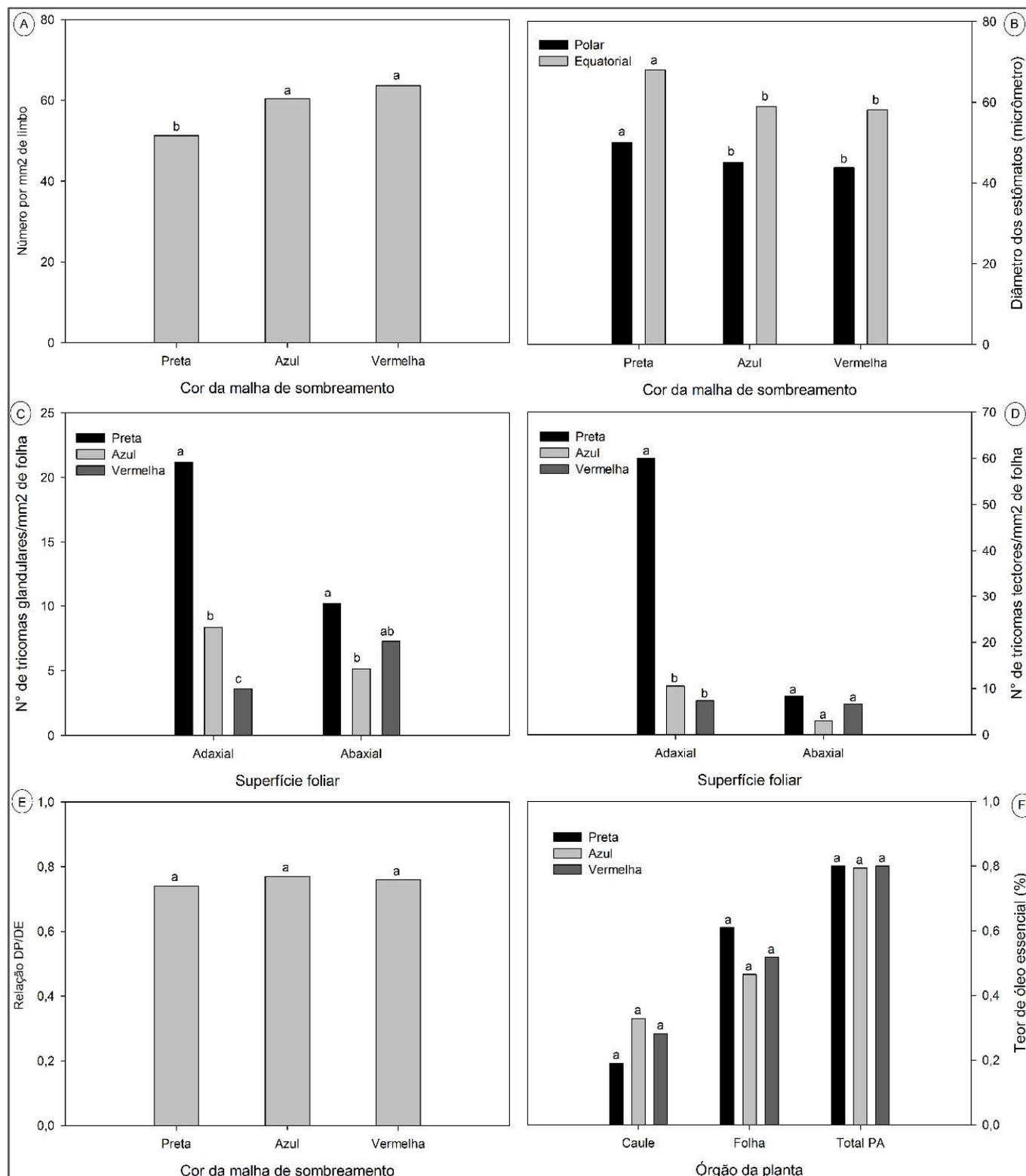


Figura 2. Análise das secções paradérmicas do limbo de *Piper aduncum* após cultivo sob malhas coloridas. A- Número de estômatos por mm² de folha. B- Diâmetro dos estômatos em μm . C- Número de tricomas glandulares por mm² em ambas as superfícies da folha. D- Número de tricomastectores por mm² em ambas as superfícies da folha. E- Relação entre os diâmetros polares e equatoriais dos estômatos. F- Teor de óleo essencial extraído dos diferentes órgãos da planta cultivada com malhas fotoseletivas. Médias das malhas, para cada órgão, seguidas na mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

O mais comum foi o tricoma glandular ovóide, que se encontra distribuído em ambas às superfícies do limbo. Tanto o tricoma secretor globular como o captado são bastante raros e foram localizados apenas na epiderme abaxial. A estrutura do limbo foi influenciada pelas malhas coloridas (Tabela 1). O desenvolvimento sob a malha azul proporcionou maiores espessuras da hipoderme adaxial e abaxial, do parênquima esponjoso e do limbo total, enquanto sob a malha vermelha a espessura de todos os tecidos do limbo foi menor, exceto do parênquima de transição e da epiderme abaxial, que não diferiram entre as condições de sombreamento. A maior espessura do limbo na malha azul foi devido às maiores espessuras da hipoderme adaxial e abaxial e do parênquima esponjoso, enquanto que na malha vermelha a espessura de todos os tecidos do limbo foi menor. O papel da hipoderme está associado à estocagem foliar de água e à sustentação da folha, pois, atua diminuindo a evaporação de água dos tecidos, evitando o colapso das células pelo murchamento (Metcalf, 1979). O parênquima paliádico está intimamente relacionado com a fotossíntese e, um maior desenvolvimento desse tecido pode permitir maior fixação de CO₂ com uma menor abertura dos estômatos em um curto espaço de tempo, levando a economia no uso da água. O aumento da espessura do parênquima esponjoso está relacionado com o incremento do carbono interno, por meio, da difusão de CO₂. O aumento da espessura do parênquima esponjoso está diretamente relacionado a luminosidade ao qual a planta está submetida, interferindo diretamente no crescimento da folha. Folhas expostas a alta luminosidade tendem a serem menores e mais finas, apresentando um mesofilo reduzido, enquanto, folhas de ambientes com menor incidência luminosa são maiores, apresentando, desta forma, mesofilo mais espesso (Fernandes *et al.*, 2014).

A luz vermelha influencia o desenvolvimento das plantas pelas mudanças nos espectros vermelho e vermelho distante, que são absorvidos de forma interconversíveis pelo fitocromo (Souza *et al.*, 2011). Alterações nos espectros vermelho e vermelho distante estimulam o crescimento do caule, mudanças na densidade estomática e no florescimento, além de promover redução na espessura da folha (Martins *et al.*, 2009). A luz azul proporciona um crescimento mais vigoroso para a planta, isso se dá, devido ao fato de os cloroplastos absorverem maior quantidade de luz devido aos pigmentos contidos nele, além de apresentar a maior transmitância na região do azul-verde (400-540 nm), (Souza *et al.*, 2011). Em plantas de *Ocimum gratissimum* não foi observada diferença para a espessura dos tecidos do limbo após o cultivo sob malhas coloridas (Martins *et al.*, 2009). A espessura dos tecidos do limbo de *Ocimum selloi* também não diferiram entre as malhas azul e vermelha, no entanto, a comparação foi feita com plantas a pleno sol (Martins *et al.*, 2009). Essas diferenças entre as espécies podem indicar que o desenvolvimento dos tecidos foliares é influenciado pelo fator genético e ambiental.

O número de estômatos foi superior na malha azul e vermelha e inferior na preta (Fig. 2a). Ao contrário do que foi observado para o número, os diâmetros polar e equatorial dos estômatos foram superiores na malha preta e inferior na azul e vermelha (Fig. 2b). Silva *et al.* (2015) avaliando *Tamarindus indica* L. sob malhas coloridas, obteve o mesmo resultado do presente trabalho. Segundo o autor, a relação diâmetro polar/diâmetro equatorial dos estômatos, são consideradas como características de alta plasticidade, em plantas cultivadas em diferentes espectros de luz (Fig. 2e). Tsunoyama *et al.* (2002),

relatam que a luz azul influencia na biossíntese de clorofila e em outros pigmentos através da regulação da expressão de alguns determinados genes. Onde, há um maior vigor foliar em plantas cultivadas sob malha azul e malha vermelha, quando comparado a malha preta. Estudos mostram que maior densidade estomática pode ser encontrada quando folhas são expostas à alta irradiação, dando indicações de melhor controle da condutância estomática, a qual irá reduzir as perdas de água por transpiração (Souza *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2015). Na superfície adaxial, o número de tricomas glandulares foram superiores na malha preta, seguida pela azul e pela vermelha (Fig. 2c). Na abaxial foi semelhante, exceto pela malha vermelha, que não diferiu das demais condições. Plantas de *O. gratissimum* após o cultivo sob as malhas preta e azul exibiram maiores quantidades de tricomas glandulares (peltado e capitado) em relação à vermelha (Martins *et al.*, 2009). Na superfície adaxial, os tricomastectores foram superiores na malha preta, seguido pela azul e vermelha, que não diferiram entre si. Na abaxial não foi observada diferenças entre as malhas coloridas (Fig 2d). De acordo com Martins *et al.*, 2008 a densidade de tricomastectores na superfície adaxial das folhas age como uma espécie de filtro, que pode modificar a radiação solar recebida pela planta e com isso aumentar a reflexão da mesma, minimizando assim o efeito da radiação intensa nos tecidos fotossintetizantes, além disso também oferecem proteção mecânica para a planta contra perda excessiva de água, contra ataques de herbívoros. Os tricomastectores não produzem nenhum tipo de secreção e acredita-se que possam, entre outras funções, reduzir a perda de água por transpiração das plantas que vivem em ambientes xéricos (secos), auxiliar na defesa contra insetos predadores e diminuir a incidência luminosa (Martins *et al.*, 2009). O número de tricomastectores foi superior apenas sob a malha preta em folhas de plantas de *O. gratissimum* após o cultivo sob as malhas coloridas (Martins *et al.*, 2009b). Após cinco meses do transplante o teor dos óleos essenciais extraídos separadamente das folhas e ramificações (Fig. 2f), não diferiram entre as malhas de sombreamento.

Conclusão

A malha vermelha acarreta em redução na espessura dos tecidos foliares e no conteúdo de carotenóides, o que provavelmente contribui para o menor desenvolvimento da planta nesse ambiente. Nesse contexto, essas variáveis podem ser utilizadas como importantes marcadores de ambientação do vegetal. Conclui-se que a qualidade da radiação solar pode ser modulada a fim de se obter características desejáveis relacionadas ao crescimento e florescimento de *P. aduncum*.

REFERÊNCIAS

- Brant, R. S., Pinto, J. E. B. P., Rosa, L. F., Albuquerque, C. J. B., Ferri, P. H., Corrêa, R. M. 2008. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. *Ciência Rural*, 39, pp. 1401-1407.
- Fernandes, V.F., Bezerra, L.A., Mielke, M.S., Silva, D.C., Costa, L.C.B. 2014 Anatomia e ultraestrutura foliar de *Ocimum gratissimum* sob diferentes níveis de radiação luminosa. *Ciência Rural*, 44 pp.1037-1042.
- Franklin, K. 2009. Light and temperature signal crosstalk in plant development. *Current Opinion in Plant Biology*. 12, pp. 63-68.
- Guerrini, A., Sacchetti, G., Rossi, D., Paganotto, D., Muzzoli, M., Andreotti, E., Tognolini, M., Maldonado, M. E., Bruni,

- R. 2009. Bioactivities of *Piper aduncum* L. and *Piper obliquum* Ruiz e Pavon (Piperaceae) essential oils from Eastern Ecuador. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 27, pp. 39-48.
- Johansen, D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book, New York.
- Lima, J. D., Nomura, E. S., Fuzitani, E. J., Silva, S. H. M. 2010. Variáveis fisiológicas de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. *Scientia Agraria*, 11, pp.193-200.
- Lima, J. D., Nomura, E. S., Fuzitani, E. J., Silva, S. H. M. 2010. Variáveis fisiológicas de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. *Scientia Agraria*, 11, pp.193-200.
- Lorenzi, H., Matos, F. J. A. 2002. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. Nova Odessa, SP: *Instituto Plantarum*, pp.512.
- Martins, J. R., Alvarenga, A. A., Castro, E. M., Silva, A. P. O., Alves, E. 2009a. Teores de pigmentos fotossintéticos e estrutura de cloroplastos de Alfavaca-cravo cultivadas sob malhas fotoseletivas. *Ciência Rural*, 40, pp. 64-69.
- Martins, J. R., Alvarenga, A. A., Castro, E. M., Silva, A. P. O., Oliveira, C., Alves, E. 2009b. Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. *Ciência Rural*, 39, pp.82-87.
- Martins, J.R., Alvarenga, A.A., Castro, E.M., Pinto, J.E.B.P., Silva, A.P.O. 2008. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. *Rev. Bras. Pl. Med.*, 10, pp.102-107.
- Metcalf, C. R. 1979. The leaf: general to morphology and ontogeny of the tissues. In: In Metcalf, C.R. & Chalk, L. Anatomy of the Dicotyledons. Systematic anatomy of the leaf and stem, with a brief history. pp.63-75.
- Michal, O.S., Eugene, G., Eliezer, S., ADA, N.L., Kira, R., Rinat, O., Yuri, G., Yosepha, S. 2001. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76, pp.353-361.
- Nomura, E. S., Lima, J. D., Rodrigues, D. S., Garcia, V. A., Fuzitani, E. J., Silva, S. H. M. 2009. Crescimento e produção de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. *Ciência Rural*, 39, pp.1394-1400.
- Pereira, A. C. R. L., Oliveira, J. V., Gondim, J., Manoel, G. C., Câmara, C. A. G. 2009. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* FABR., 1775 Coleoptera: Bruchidae em grãos de caupi *Vigna unguiculata* L. WALP. *Ciência e Agrotecnologia*, 32, pp. 717-724.
- Schluter, U., Muschak, M. L. W., Berger, D., Altmann, T. (2003) Photosynthetic performance of an *Arabidopsis* mutant with elevated stomatal density (sdd1-1) under different light regimes. *Journal of Experimental Botany*, 54, pp. 867-874.
- Shahak, Y., Gal, E., Offir, Y., Ben-Yakir, D. 2008. Photosensitive Shade Netting Integrated with Green house Technologies for Improved Performance of Vegetable and Ornamental Crops. *Acta Hort.*, 797, pp.75-80.
- Silva, R. A. L., Soares, Rodrigues, J. D., Dias, G. M. G., Pasqua, M., Chagas, E. A., Gavilanes, M. L. 2015. Cultivo de tamarindo sob malhas coloridas: plasticidade anatômica foliar. *Ciência Rural*, Santa Maria, 45, pp.238-244.
- Souza, G. S., Castro, E. M., Soares, A. M., Pinto, J. E. B. P. 2011. Características biométricas e fisiológicas de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. *Revista Brasileira de Biociências*, 8, pp. 330-335.
- Tsunoyama, Y., Morikawa, Y., Shiina, T., Toyoshima, Y. 2002. Blue light specific and differential expression of plastid sigma factor, Sig5 in *Arabidopsis thaliana*. *Febsletter*, Netherlands, 516, pp. 225-228.
- Waters, M., Langdale, J. A. 2009. The making of a chloroplast. *EMBO Journal*, 28, pp.2861-2873.
