



Anatomia da Folha de Guavira sob Diferentes Condições de Luminosidade

Leaf Anatomy of Guavira Grown Under Different Light Conditions

ARAUJO, Carina¹; SILVA, Sarah Juventina Barbosa da²; YULE, Tamires Soares²; VOLPE, Ana Cristina Ajalla³; ARRUDA, Rosani do Carmo de Oliveira²

¹Universidade Estadual de Campinas, araujocbio16@gmail.com; ²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sarahjbsilva@gmail.com, tamiressyule@gmail.com, rosani.arruda@ufms.br; ³Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul, anajallaagraer@gmail.com

Resumo: Guavira (*Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg) é uma espécie pertencente à família Myrtaceae que produz frutos muito apreciados pela população de Mato Grosso do Sul, comercializados nos meses de novembro e dezembro. Os frutos são colhidos entre novembro e janeiro, podendo ser consumidos “*in natura*” ou utilizados no preparo de sucos, sorvetes e geleias. Considerando que a luminosidade exerce um fator importante para a formação das folhas, afetando a produção dos frutos, realizamos este estudo avaliando características anatômicas de folhas de guavira cultivadas em três condições de luminosidade: sol pleno, sombrite 30% e sombrite 50%. Foram coletadas folhas plenamente desenvolvidas retiradas de 3-4 indivíduos para cada condição. As folhas foram fixadas e processadas de acordo com protocolos de rotina. Os resultados mostraram que as amostras avaliadas apresentam os traços marcantes da família Myrtaceae, tais como, folhas anfiestomáticas, tricomas não secretores, mesofilo dorsiventral, presença de cavidades secretoras, e feixes vasculares colaterais na região intercostal. Compostos fenólicos foram detectados em todas as amostras. Observamos poucas alterações na anatomia foliar entre os tratamentos.

Palavras-chave: *Campomanesia*, Myrtaceae, cavidades secretoras, sol pleno, sombrite.

Abstract: Guavira (*Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg, Myrtaceae) produces fruits that are highly appreciated by the population of Mato Grosso do Sul and are sold in November and December. The fruits are harvested between November and January and can be consumed “*in natura*” or used to prepare juices, ice creams, and jams. Considering that light plays an important role in the production and development of leaves, we carried out this study evaluating the anatomical characteristics of guavira leaves grown in three light conditions: full sun, 30% shade, and 50% shade. Fully developed leaves were collected from 3-4 individuals for each condition. The leaves were fixed in neutral buffered formalin (NBM) and then processed according to the routine techniques and protocols. The results showed that the evaluated samples present the striking characteristics of the Myrtaceae family, such as the presence of secretory cavities in the mesophyll, amphistomatic leaves, non-secretory trichomes, dorsiventral mesophyll and collateral vascular bundles in the intercostal region. Phenolic compounds were detected in all samples. We observed few changes in the leaf anatomy between treatments.



Keywords: *Campomanesia*, Myrtaceae, secretory cavities, full sun, shade

Introdução

A família Myrtaceae compreende aproximadamente 144 gêneros e cerca de 4.630 espécies (Judd et al. 2009), com distribuição pantropical, em grande diversidade de habitats, com centros de diversidade na Austrália, Sudeste da Ásia e América do Sul, e com poucas espécies ocorrendo na África (Wilson et al., 2005). No Brasil a família se destaca nas formações vegetais do Domínio Atlântico, especialmente na Floresta Atlântica. As Myrtaceae apresentam como característica marcante a presença de cavidades secretoras de óleos essenciais responsáveis pelo seu aroma marcante (Metcalf; Chalk, 1950; Barroso et al. 1991; Judd et al., 2009). Dentre as espécies de Myrtaceae destacamos o gênero *Campomanesia* Ruiz & Pavon, conhecido popularmente como “guaviras”, também chamadas de guabiroba ou gabioba (Damasceno Junior et al., 2010). O gênero detém 36 espécies conhecidas, com 31 delas registradas para a flora brasileira (Sobral et al., 2010). São árvores e arbustos, distribuídos do nordeste da Argentina, Trinidad, costa do Brasil até os Andes (Lima et al., 2011). Em novembro de 2017, devido ao seu alto valor cultural, a guavira (*Campomanesia* spp) foi declarada como o fruto símbolo de Mato Grosso do Sul.

No estado de Mato Grosso do Sul, as guaviras são encontrados no Cerrado, apresentam porte de arbustivo a arbóreo, ocorrem principalmente em áreas de cerradão e borda de mata, possuem flores alvas, e abundantes nos meses de setembro a outubro, frutificando entre novembro e janeiro, com frutos globosos e suculentos (Damasceno Junior et al.; 2010). Por aqui são registradas as seguintes espécies: *Campomanesia pubescens* (DC.) O. Berg, *C. adamantianum* (Cambess.) O. Berg, *C. eugenioides* (Cambess.) D. Legrand ex Landrum, *C. sessiliflora* (O. Berg.) Mattos e *C. xanthocarpa* (Mart.) O.Berg. (Bortolotto et al., 2016). Do ponto de vista cultural, a colheita da guavira é muito importante para o estado que dedica o mês de novembro ao fruto, comemorado através do Festival da Guavira.

Considerando o avanço das áreas de cultivo no Cerrado, a flora nativa está fortemente ameaçada de desaparecimento. Medidas de conservação de algumas espécies têm sido tomadas, visando à manutenção das plantas em viveiros para fornecimento de mudas para replantio de áreas degradadas do Cerrado, e também para cultivo em larga escala visto os frutos de guavira serem muito apreciados. As guaviras representam um atrativo para o ecoturismo, sendo consumidas sob a forma de sucos, doces, sorvetes e geleias (Damasceno Junior et al., 2010, Bortolotto et al., 2018). Além disso, apresentam potencial farmacológico e de exploração sustentável dessa espécie (Pelloso, 2011). O fruto constitui renda adicional para muitas famílias indígenas que o comercializam *in natura* (Bortolotto et al., 2017). A espécie tem relevante papel como produto da sociobiodiversidade, pois, agrega valor para o comércio das comunidades



indígenas locais, comunidades quilombolas, comunidades tradicionais e para a agricultura familiar, podendo se tornar atraente aos mercados sustentáveis internacionais (Campos et al., 2023). O óleo das sementes de guavira apresenta excelentes propriedades biológicas, contendo compostos bioativos que podem ser empregados na produção de sabonetes e loções (Machate et al., 2020).

A folha é o principal órgão vegetal responsável pela assimilação de carbono sendo constituída por células com formas e fisiologia definidas, e organizadas de modo a 'maximizar sua taxa líquida de ganho de carbono' (Givnish, 1986). Estudos sobre a composição anatômica da folha podem ajudar a compreender a eficiência do órgão e selecionar melhores condições de cultivo de uma espécie. Neste estudo avaliamos a estrutura anatômica da folha de guavira (*Campomanesia adamantium*) em condições de luminosidade a sol pleno, e sob sombrite a 30% e 50%, visando identificar variações da anatomia que possam afetar o desenvolvimento das plantas quando cultivadas em viveiros.

Metodologia

Material botânico

As coletas foram realizadas no Centro de Pesquisa e Capacitação da Agraer (CEPAER) em áreas de cultivo de guavira crescendo sob três condições diferentes de luminosidade: 1) sol pleno, 2) cobertura com sombrite 50% e 3) cobertura com sombrite 30%. A área foi plantada em dezembro de 2009 e as sementes foram obtidas de plantas de Campo Grande, Bonito e Ponta Porã, MS.

Estudos anatômicos

Para as análises anatômicas foram coletadas folhas provenientes de quatro indivíduos de cada nível de sombreamento, fixadas em FNT (Formalina Neutra Tamponada) por 24 horas, desidratadas gradualmente em série etanólica até etanol 70% (Kraus; Arduin 1997). As amostras foram incluídas em parafina, e submetidas aos métodos de rotina. Para análise da epiderme, segmentos de 1cm² foram submetidos à dissociação (Franklin, 1945), corados em fucsina e montadas em lâminas permanentes. Testes histoquímicos foram realizados utilizando-se os reagentes: Sudan IV para reconhecer compostos lipídicos (Sass, 1951), Cloreto Férrico para compostos fenólicos gerais (Johansen, 1940), Lugol para identificação de grãos de amido e Floroglucina ácida para reconhecimento das paredes lignificadas (Foster, 1949). A análise das lâminas foi conduzida em microscópio Nikon Eclipse E200. As imagens foram obtidas através de microscópio fotônico Leica DMLB (LeicaMicrosystem, Alemanha), acoplado ao sistema de captura de imagem e câmera fotográfica LeicaDC 300F (LeicaMicrosystem, Alemanha). Foram considerados os parâmetros quantitativos no estudo da folha número de estômatos/mm², espessura do mesofilo, frequência e diâmetro das cavidades secretoras foliares.

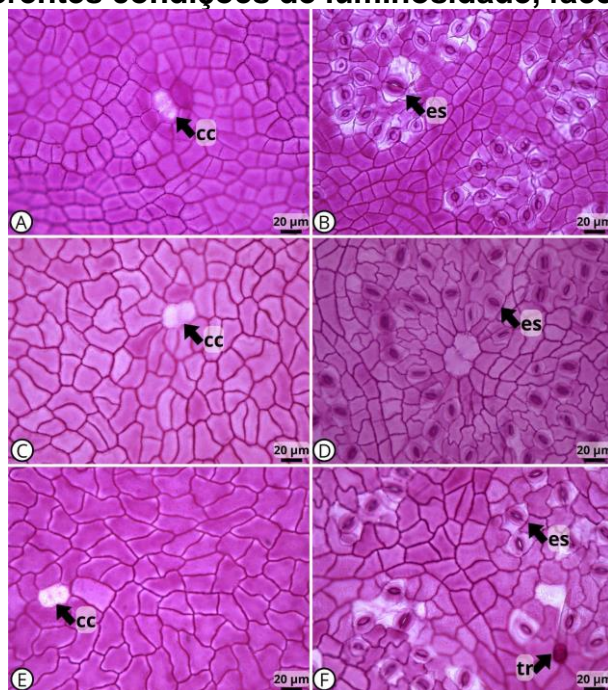
Análises estatísticas

Realizamos uma ANOVA considerando as categorias de luminosidade sol pleno, sombrite 30% e sombrite 50%, como variáveis independentes e número de estômatos/mm², espessura de mesofilo, frequência e diâmetro de cavidades secretoras como variáveis dependentes. Para as variáveis que apresentaram variação significativa entre as categorias de luminosidade, realizamos teste de Tukey. As análises foram realizadas no programa R versão 4.4.2.

Resultados e discussões

A lâmina foliar das amostras de *Campomanesia adamantium* avaliadas apresenta epiderme composta por células epidérmicas comuns, tricomas unicelulares não glandulares, mais abundantes na face abaxial, estômatos dos tipos anomocítico e paracítico, restritos à face inferior, e células que recobrem cavidades secretoras internas em ambas as faces da lâmina foliar (Fig. 1).

Figura 1. Epiderme da lâmina foliar de guavira (*Campomanesia adamantium*, Myrtaceae) sob diferentes condições de luminosidade, faces superior e inferior



Nota: Respectivamente. A-B: folha em sol pleno. C-D: folha em sombrite 50%. E-F: folha em sombrite 30%. cc: célula que recobre a cavidade; es: estômato; tr: tricoma.

As células epidérmicas comuns apresentam paredes celulares anticlinais mais espessas e retas nas amostras cultivadas em sol pleno, quando comparadas com as



cultivadas em sombrite que são mais delgadas e sinuosas. A sinuosidade apresentada é variável entre as espécies de Myrtaceae, podendo estar relacionada às condições ambientais durante desenvolvimento das folhas. Outras espécies de Myrtaceae também apresentam células epidérmicas comuns com paredes anticlinais sinuosas (Polesi et al., 2011). A sinuosidade pode ocorrer por tensões ocorridas nas folhas durante o desenvolvimento, juntamente com o endurecimento da cutícula na fase de diferenciação das células (Menezes et al., 2003; Polesi et al., 2011). Folhas com características mais xeromórficas crescidas a sol pleno, tendem a ter parede celular mais reta (Madri; Lleras, 1980).

Na face abaxial os estômatos ocorrem em grupos separados pelas células epidérmicas que recobrem as regiões sobre nervuras (Fig. 1). Estômatos dos tipos paracítico e anomocítico, distribuídos pela face abaxial, são citados para outras espécies de *Campomanesia* (Oliveira et al., 2018). Não observamos alteração nos tipos de estômatos referentes às distintas condições de cultivo. Nos três tipos de tratamentos luminosos, os estômatos estão organizados de maneira agrupada (*patch*, Fig. 1B). Esse atributo é comum em Myrtaceae (Gomes et al., 2009), sendo observado em membros da família crescendo sob condições mais secas (Polesi et al., 2011). O número de estômatos não variou significativamente de acordo com a condição de luminosidade, tendo sido observados em média 17, 41 estômatos mm⁻² para as plantas de sol pleno; 18,5 estômatos mm⁻² para plantas com sombrite 50%, e 18 estômatos mm⁻² sob sombrite 30%.

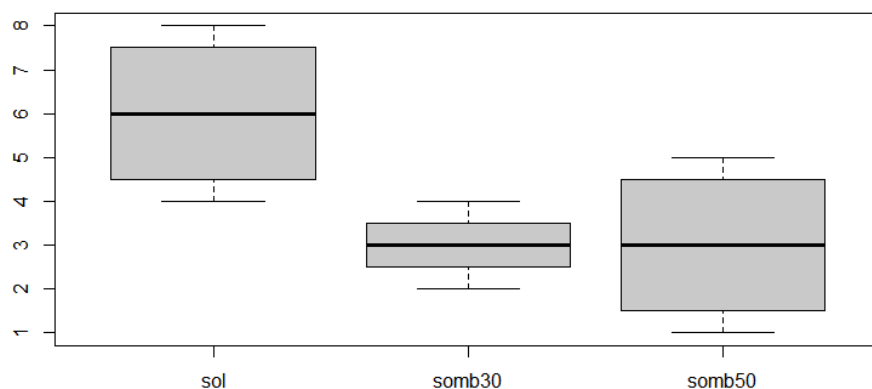
A espécie avaliada apresenta tricomas simples, unicelulares, com paredes espessadas e contém compostos fenólicos. Esse tipo de tricoma é comum para espécies *Campomanesia* (Gomes et al., 2009, Oliveira et al., 2018) e em outras espécies da família (Metcalf; Chalk, 1950). O tipo de tricoma observado é considerado caráter um plesiomórfico para a família (Gomes et al., 2009).

Cavidades secretoras internas podem ser identificadas, em vista frontal da epiderme foliar, pela presença de células diferenciadas chamadas de células de cobertura ou células de topo. As células de topo podem ser solitárias, ou em pares, como aqui observado, também relatado para outras *Campomanesia* (Oliveira et al., 2018). Células de cobertura dispostas em trio, com paredes anticlinais retas contíguas são citadas para *C. adamantium* encontradas em Goiás (Gomes et al., 2009).

Em corte transversal, a epiderme é unisseriada, recoberta por uma camada cutícula lisa, sendo levemente mais espessa em plantas de sol pleno, porém, sem diferenças significativas. A cutícula e camadas de cera que recobrem a superfície externa das plantas representam importante barreira de proteção contra dessecação cuja espessura pode variar em relação aos ambientes (Fahn, 1990).

Em nosso estudo verificamos que o número de cavidades secretoras foi significativamente diferente entre as condições de luminosidade, única variável observada como responsiva às distintas condições (Fig. 2). As cavidades secretoras do mesofilo apresentaram uma frequência média de $6 \pm 1,82$ cavidades nas áreas a pleno sol, $3 \pm 0,82$ para as áreas com sombrite 30%, e $3 \pm 1,82$ em sombrite 50%. As cavidades secretoras são consideradas como uma das mais marcantes características das Myrtaceae (Metcalf; Chalk, 1950; Wilson et al., 2005; Alvarez, 2013). Essas estruturas se localizam sob a epiderme ou em posição mais interna, e são responsáveis pela produção dos compostos aromáticos que contêm diversas substâncias voláteis (Arruda; Victório, 2011). Além de ocorrerem distribuídas em toda região intercostal do mesofilo, as cavidades também estão presentes na região da nervura principal, bordo e no pecíolo. Em folhas de *Eugenia brasiliensis*, Donato; Morretes (2009), encontraram diferença significativa na frequência das cavidades secretoras na comparação de dois ambientes, relatando maior frequência das estruturas secretoras em plantas da restinga, ambiente litorâneo exposto a sol pleno, em comparação com plantas em área sombreada da floresta atlântica. O maior número de glândulas observado nas plantas cultivadas a sol pleno, sugere que guaviras crescidas a sol pleno poderiam ser exploradas para a produção de óleos essenciais.

Figura 2. **Frequência de cavidades secretoras/cavidades secretoras nas folhas de *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg Myrtaceae em sol pleno, sombrite 30% e sombrite 50%.**

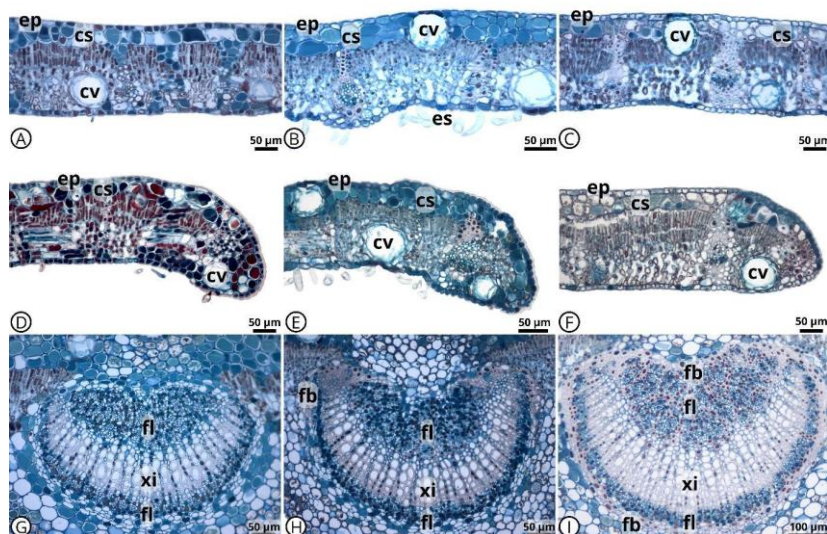


O mesofilo é do tipo dorsiventral, formado por camadas de parênquima paliádico localizadas somente sob a face superior da epiderme, e parênquima esponjoso voltado para a face oposta. Um estrato parenquimático subepidérmico foi observado sob a face superior da epiderme (Fig. 1A-C). A camada subepidérmica foi observada em todas as amostras avaliadas, composta por células volumosas, aclorofiladas, possivelmente desempenhando papel de tecido de reserva de água. Essa camada, também denominada de hipoderme, é citada para outros gêneros da família e para a subfamília Myrtoideae à qual pertence *C. adamantium* (Abe et al., 2024). Nas

amostras aqui avaliadas a referida camada se destaca por conter compostos fenólicos com reação histoquímica mais intensa para as plantas cultivadas a sol pleno. Segundo Keating (1984), em Myrtaceae, a hipoderme é comum apenas para os gêneros que apresentam folhas isobilaterais. No entanto, as folhas de *C. adamantium* avaliadas apresentem estrutura dorsiventral nas três condições de luminosidade. Tendo em vista que tecidos como a hipoderme estão relacionados principalmente ao armazenamento de água (Oliveira et al., 1999), as plantas analisadas não diferiram quanto a esse atributo, indicando que, embora crescendo sob diferente luminosidade, a disponibilidade hídrica pode ser semelhante.

Na espécie investigada o sistema vascular da lâmina foliar é composto por feixes vasculares colaterais unidos à epiderme por meio de extensão de bainha esclerenquimática. Os feixes vasculares da região intercostal são do tipo colateral, e estão envoltos por bainha, com extensão parenquimática para plantas de sol pleno e lignificadas para folhas dos ambientes 50% e 30% de luminosidade (Fig. 3E). As extensões de bainha se projetam para ambas as faces da lâmina foliar, caracterizando as folhas como heterobáricas. As folhas heterobáricas são consideradas como tendo maior capacidade fotossintética por unidade de área foliar, com tendência ao ganho de produtividade (Nikolopoulos et al., 2002). Além disso, espécies com folhas heterobáricas possivelmente têm um ganho de carbono mais alto e com maior eficiência no uso da água sob condições de altas luminosidades (Inoue et al., 2015) situação que poderia ser testada para as amostras avaliadas.

Figura 3. Cortes transversais da lâmina foliar de guavira (*Campomanesia adamantium*, Myrtaceae): região intercostal, bordos e nervura principal.

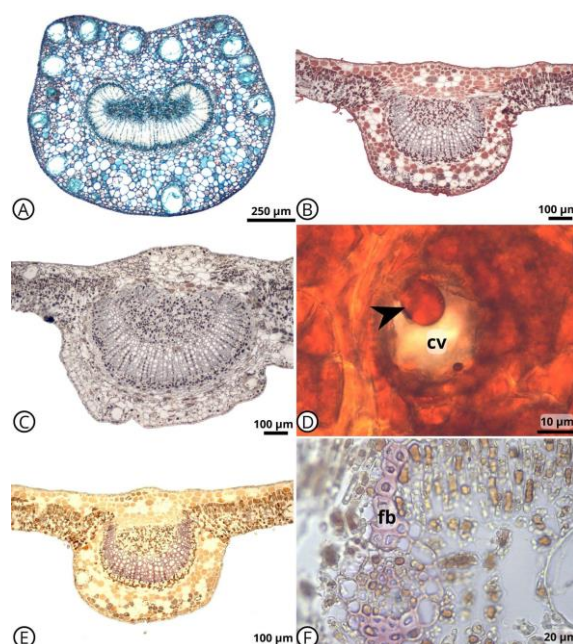


Nota: A. Secção transversal da região intercostal sob sol pleno. B. Secção transversal da região intercostal sob sombrite 50%. C. Secção transversal da região intercostal sob sombrite 30%. D. Secção

transversal do bordo sob sol pleno. E. Secção transversal do bordo sob sombrite 50%. F. Secção transversal do bordo sob sombrite 30%. G. Secção transversal da nervura mediana sob sol pleno. H. Secção transversal da nervura mediana sob sombrite 50%. I. Secção transversal da nervura mediana sob sombrite 30%. ep: epiderme; cs: camada subepidérmica; cv: cavidade; fl: floema; xi: xilema; fb: fibras.

A epiderme na região da nervura principal é composta por células alongadas em vista frontal, sem estômatos, com tricomas na face abaxial. Em corte transversal, observamos que a região cortical é formada por camadas de colênquima mais externas e parênquima mais internamente. Essas características foram encontradas para todos os ambientes, e corroboram os resultados de Gomes et al. (2009). O sistema vascular da nervura principal é formado por um feixe vascular do tipo anficrival côncavo com abundância de floema na porção superior. O sistema vascular é circundado por bainha parenquimática e fibras não lignificadas nas plantas de sol pleno, e parcialmente lignificada nos indivíduos sob sombrite 50% e 30%. O pecíolo é caracterizado por uma epiderme simples, uma parte cortical com células parenquimáticas aclorofiladas e um único feixe vascular anficrival envolto por bainha parenquimática (Fig. 4A). A estrutura anatômica das folhas avaliadas apresenta marcadores citados como típicos de Myrtaceae (Metcalf; Chalk, 1950; 1979).

Figura 4. Cortes transversais da lâmina foliar de guavira (*Campomanesia adamantium*, Myrtaceae).



Nota: A. Secção transversal do pecíolo. B. Secção transversal da nervura mediana com reação positiva para Sudan IV, evidenciando a presença de lipídios. C. Secção transversal da nervura mediana com reação positiva para Cloreto férrico, evidenciando a presença de compostos fenólicos. D. Cavidade secretora evidenciando a presença de lipídios. E. Secção transversal da nervura mediana evidenciando



a presença de lignina. F. Extensão da bainha com reação positiva para Floroglucina etanólica ácida, evidenciando a presença de lignina. ponta da seta: gota de óleo; cv: cavidade; fb: fibras.

O teste para lipídeos e compostos fenólicos realizados indicaram resposta positiva para as folhas todos os ambientes notadamente no interior das cavidades secretoras (Fig. 4B-D). O teste para evidenciar lignina confirmou aparente maior lignificação das bainhas e extensões para os ambientes 50% e 30% crescidas sob sombreamento conforme resultado visual (Fig. 4E-F). Análises mais precisas quantitativas sobre o teor de lignina nas amostras cultivadas sob condições de sombra são ainda necessárias.

Nosso estudo evidenciou que as folhas de *Campomanesia adamantium* avaliadas não sofreram alterações na estrutura anatômica quando cultivadas a sol pleno, em comparação com plantas cultivadas em condições de luminosidade controlada e reduzida. Apenas o número de cavidades secretoras de compostos lipofílicos mostrou variação significativa sugerindo, que quando cultivadas em ambiente menos exposto a sol pleno, as plantas podem manter suas atividades fisiológicas para crescimento e reprodução. Para a confirmação dessa indicação, novos estudos se fazem necessários, seguidos da avaliação e acompanhamento da frutificação de um maior número de indivíduos visando atestar nossas observações.

Conclusões

As folhas de guavira (*Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg, Myrtaceae) analisadas, cultivadas sob sol pleno, sombrite 30% e sombrite 30%, apresentaram muitas semelhanças anatômicas entre si indicando que as condições de luminosidade distintas não foram suficientes para afetar a estrutura foliar.

Novos estudos devem ser realizados, com um maior número amostral para avaliar o efeito das condições de sombreamento sobre produção efetiva de frutos de guavira.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Iniciação Científica concedida à primeira autora. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pela bolsa de Mestrado concedida à S. J.B. Silva, e à Prof^a. Dr^a. Liana Baptista de Lima pelas sugestões e motivação para a realização deste estudo.



Referências

ABE, C. M., BONDEZAN, L. C., THADEO, M., & MOURÃO, K. S. M. Hypodermis or multiple epidermis: Leaf ontogenesis in nine species of subfamily Myrtoideae (Myrtaceae). **Flora**, v. 319, p. 152598, 2024.

ALVAREZ, A. S.; POTIGUARA, R. C. V. Caracterização anatômica foliar de espécimes de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae) em diferentes períodos sazonais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 562-569, 2013.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; GUIMARÃES, E. F.; LIMA, H. C. Família Myrtaceae. In: **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. v. 2, 1991. p. 114-135.

ARRUDA, R. C. O.; VICTÓRIO, C. P. Leaf secretory structure and volatile compounds of *Eugenia copacabanensis* Kiaersk. (Myrtaceae). **Journal of Essential Oil Research**, v. 23, n. 5, p. 1-6, 2011.

BORTOLOTTI, I. M.; DAMASCENO-JUNIOR, G. A.; POTT, A. Lista preliminar das plantas alimentícias nativas de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica.**, v. 73, p. 101-116, 2016.

BORTOLOTTI I. M.; DAMASCENO-JUNIOR, G. A.; POTT, A. Preliminary list of native food plants of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Iheringia - Ser Bot**, v. 73, p.101-116, 2018.

BORTOLOTTI, I. M., HIANE, P. A., ISHII, I. H., DE SOUZA, P. R., CAMPOS, R. P., JURACI BASTOS GOMES, R.; DAMASCENO-JUNIOR, G. A. A knowledge network to promote the use and valorization of wild food plants in the Pantanal and Cerrado, Brazil. **Regional Environmental Change**, v. 17, p. 1329-1341, 2017.

CAMPOS, R. P., BORTOLOTTI, I. M., GOMES, R. J. B., GUTIERREZ, L. A. L., FEHLAUER, T. J., & MIRANDA, S. H. G. D. Sociobiodiversity Products: Potential of sustainable agroextractivism in Mato Grosso do Sul. **Ambiente & Sociedade**, 26, e00843, 2023.

DAMASCENO JÚNIOR, G. A.; SOUZA, P. R. (orgs). **Sabores do Cerrado e Pantanal: receitas e boas práticas de aproveitamento**. Campo Grande: UFMS, 2010. 141 p.

DONATO, A.M.; MORRETES, B. L. de. Anatomia foliar de *Eugenia florida* DC. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, p. 759-770, 2009.



FAHN, A. *Plant Anatomy*. Oxford: Pergamon Press, 1990.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, v. 155, n. 3924, p. 51-51, 1945.

GERLACH, G. **Botanische microtechnikeine einführung**. Georg. Thiem Verlag. Stuttgart. p, 1969.

GOMES, Sueli Maria et al. Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, p. 224-238, 2009.

GIVNISH, T. J. Optimal stomatal conductance, allocation of energy between leaves and roots, and the marginal cost of transpiration, PP 171-213. In Givnish T.J. (ed.) **On the economy of plant form and function**. Cambridge University Press: Cambridge. 1986.

INOUE, Y. et al. Leaf water use in heterobaric and homobaric leafed canopy tree species in a Malaysian tropical rain forest. **Photosynthetica**, v. 53, p. 177-186, 2015.

KEATING, R. C. Leaf histology and its contribution to relationships in the Myrtales. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 71, p.801-823, 1984.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Universidade Rural, 1997. 198p.

JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw Hill Book Company Inc., 1940. 523p.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 475-477.

LIMA, D. F.; GOLDENBERG, R.; SOBRAL, M. O gênero *Campomanesia* (Myrtaceae) no estado do Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 3, p. 683-693, 2011.

MEDRI, MOACYR EURÍPEDES, LLERAS, E. "Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. **Acta Amazonica**, v. 10, n. 3, p. 463-493, 1980.

MACHATE, D. J., CANDIDO, C. J., INADA, A. C., FRANCO, B. C., CARVALHO, I. R. A. D., OLIVEIRA, L. C. S. D., Pott, A. (2020). Fatty acid profile and physicochemical,



optical and thermal characteristics of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg seed oil. **Food Science and Technology**, 40, 538-544.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons: Vol I. Systematic anatomy of leaf and stem with a brief history of the subject**. Oxford: Clarendon Press, 1041-1053, 1950.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of dicotyledons**, 2ed., Oxford: Clarendon Press, 1979.

NIKOLOPOULOS, D., LIAKOPOULOS, G., DROSSOPOULOS, I., & KARABOURNIOTIS, G. The relationship between anatomy and photosynthetic performance of heterobaric leaves. *Plant Physiology*, v. 129, n. 1, p. 235-243, 2002.

OLIVEIRA, M. I. U., REBOUÇAS, D. A., LEITE, K. R. B., DE OLIVEIRA, R. P., FUNCH, L. S. Can leaf morphology and anatomy contribute to species delimitation? A case in the *Campomanesia xanthocarpa* complex (Myrtaceae). **Flora**, v. 249, p. 111-123, 2018.

OLIVEIRA, VIRGINIA DEL CARMEN, and MARIA DAS GRAÇAS SAJO. "Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae." **Brazilian Journal of Botany**, v. 22, p. 365-374, 1999.

PELLOSO, I. A. O. Caracterização fenotípica de populações e desenvolvimento inicial de plantas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, em Mato Grosso do Sul. **Tese**. UFGD, 2011.

POLESI, N. P. E.; RODRIGUE, R. R.; ALMEIDA, M. Anatomia ecológica da folha de *Eugenia glazioviana* Kiaersk (Myrtaceae). **Rodriguesia**, v. 35, p. 255-263, 2011.

R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <https://www.R-project.org/>, version 4.4.2, 2024.

SASS, J. E. **Botanical microtechnique**. Iowa State College, Iowa, 1951.

SOBRAL, M., PROENÇA, C., SOUZA, M., MAZINE, F., & LUCAS, E. Myrtaceae in lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguesia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

WILSON, P. G. et al. Relationships within Myrtaceae sensu lato based on a mat K phylogeny. **Plant Systematics and Evolution**, v. 251, n. 1, p. 3-19, 2005.