



Journal of Environmental Analysis and Progress



ISSN: 2525-815X

10.24221/jeap.10.3.2025.6504.127-139

Anatomia e histoquímica de folhas de *Byrsonima coccobifolia* Kunth e *B. sericea* DC. (Malpighiaceae) da Chapada do Araripe como subsídio para taxonomia e farmacobotânica

Anatomy and histochemistry of *Byrsonima coccobifolia* Kunth leaves and *B. sericea* DC. (Malpighiaceae) from Chapada do Araripe as a subsidy for taxonomy and pharmacobotany

Alana de Oliveira Silva^a, Leiliane Pereira da Costa^a, Maria Amanda Nobre Lisboa^a, Witalo da Silva Sales^{a*}, João Tavares Calixto Júnior^a

^a Universidade Regional do Cariri-URCA, Laboratório de Estudo da Flora Regional do Cariri, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Ciências Biológicas. Rua Coronel Antonio Luiz, n. 1161, Pimenta, Crato, Ceará, Brasil. CEP: 63105-000. E-mail: alana.oliveira@urca.br, leiliane.pereira@urca.br, amandanobrelisboa@gmail.com, witalo.sales@urca.com* (Autor correspondente), joao.calixto@urca.br.

ARTICLE INFO

Recebido 09 Dez 2023

Aceito 02 Jun 2025

Publicado 25 Jul 2025

ABSTRACT

Malpighiaceae Juss. is recognized for containing oil glands arranged at the base of its sepals in several species. *Byrsonima* Rich. ex Kunth stands out as one of the largest, with approximately 150 cataloged species. Species of this genus contain pharmacologically active compounds that are effective against microorganisms. Consequently, this study aimed to analyze the anatomical and histochemical features of the leaves of *B. coccobifolia* Kunth and *B. sericea* DC., facilitating early species identification and supporting taxonomic and pharmacobotanical studies. The collected leaves were properly fixed in formaldehyde, acetic acid, and 70% ethanol (v/v) for 48 hours and preserved in alcohol 70%. For the anatomical study, cross-sections of the median portion of the leaf blades and the petiole were made using a freehand technique. The epidermis was analyzed using epidermal fragments obtained by dissociation by immersion in a 2.5% sodium hypochlorite commercial solution. Histochemical tests were applied to fresh leaves to check the presence of metabolic compounds. The species exhibited similar traits, including hypostomatic leaves, paracytic stomatal complex, and secondary metabolites that are pharmacologically relevant. A positive reaction was observed for phenolic compounds, tannins, starch, lipids, total proteins, and alkaloids in the histochemical characterization of the leaf blade and petiole. The *Byrsonima* species studied exhibited anatomical characteristics typical of the Malpighiaceae family, with differences in the pattern of the vascular bundle on the leaf blade and petiole, as well as the presence of trichomes, which was observed only in *B. sericea*. *Byrsonima coccobifolia* and *B. sericea* contain secondary metabolites relevant to pharmacology.

Keywords: Metabolites, epidermis, hypostomatic, trichomes.

RESUMO

Malpighiaceae Juss. é reconhecida por conter glândulas de óleo dispostas na base das suas sépalas em diversas espécies. *Byrsonima* Rich. ex Kunth, destaca-se como um dos gêneros mais representativos da família, com, aproximadamente, 150 espécies catalogadas. Espécies do gênero apresentam compostos farmacologicamente ativos atuando contra microrganismos. Consequentemente, este estudo objetivou analisar a anatomia e histoquímica de folhas de *B. coccobifolia* Kunth e *B. sericea* DC., facilitando a identificação precoce das espécies e apoando estudos taxonômicos e farmacobotânicos. As folhas coletadas foram devidamente fixadas em formaldeído, ácido acético e álcool etílico 70% (v/v) por 48 horas e conservadas em álcool 70%.



Journal of Environmental Analysis and Progress © 2016
is licensed under CC BY-NC-SA 4.0

Para o estudo anatômico, foram realizadas secções transversais da porção mediana das lâminas foliares e do pecíolo à mão livre. A epiderme foi analisada usando fragmentos epidérmicos obtidos por dissociação pela imersão em solução de hipoclorito de sódio comercial a 2,5%. Os testes histoquímicos foram aplicados em folhas frescas para verificar a presença de compostos metabólicos. Ambas as espécies apresentaram caracteres semelhantes como folha hipoestomática, complexos estomáticos do tipo paracíticos e metabólitos secundários relevantes do ponto de vista farmacológico. Na caracterização histoquímica da lâmina foliar e pecíolo verificou-se reação positiva para os compostos fenólicos, os taninos, o amido, os lipídeos, as proteínas totais e os alcaloides. As espécies de *Byrsonima* estudadas apresentaram caracteres anatômicos inerentes à família Malpighiaceae, com diferenças no padrão do feixe vascular na lâmina foliar e pecíolo, e presença de tricomas apenas em *B. sericea*. *Byrsonima coccobifolia* e *B. sericea* contêm metabólitos secundários relevantes para a farmacologia.

Palavras-Chave: Metabólitos, epiderme, hipoestomática, tricomas.

Introdução

Malpighiaceae Juss. apresenta distribuição geográfica pantropical, com grande diversidade na América do Sul. Compreende 77 gêneros e 1300 espécies catalogadas, incluindo trepadeiras, arbustos e árvores (Davis & Anderson, 2010). Estas espécies são, predominantemente, encontradas em florestas tropicais, e suas flores contêm pares de glândulas situadas na base do cálice, que secretam óleos, conhecidas como elaióforos (Rosa, 2019). Dessa forma, a família é reconhecida pela presença de elaióforos nas sépalas da grande maioria das espécies (Davis & Anderson, 2010). No Brasil ocorrem 44 gêneros e 561 espécies de Malpighiaceae (Mamede & Francener, 2015).

Na América Tropical, o gênero *Byrsonima* Rich. ex Kunth se destaca por sua grande ocorrência no continente, que chega a, aproximadamente, 150 espécies amplamente encontradas do Caribe até a Argentina. Estas espécies são popularmente chamadas de “Murici” (Alexandrino, Sousa & Bastos, 2011).

O gênero *Byrsonima* reúne espécies de importância medicinal, ornamental, econômica, bem como produtoras de frutos comestíveis, comumente utilizados no preparo de sucos e outros alimentos. Espécies desse gênero apresentam compostos farmacologicamente ativos na ação contra fungos, protozoários e bactérias causadores de doenças gastrointestinais e da pele (Guilhon-Simplicio & Pereira, 2011).

O Brasil concentra, aproximadamente, 50% das espécies deste gênero, estas são encontradas majoritariamente nas regiões Norte, Nordeste e Central do país, mas também são identificadas em áreas de cerrado na região Sudeste (Guilhon-Simplicio & Pereira, 2011). No Brasil, os integrantes do gênero *Byrsonima* são popularmente conhecidos como “Murici”, “Murici-cascudo” ou “Murici-vermelho”. Estes são utilizados na medicina popular e na preparação de sucos, licores

e geleias, principalmente no Norte e Nordeste do país. (Medina, Louchard & Gonçalves, 2015). De acordo com a revisão realizada por Guilhon-Simplicio & Pereira (2011), folhas de *B. sericea* DC. podem ser empregadas no tratamento de diarréias, bem como de diabetes, pois elas possuem atividades antioxidantes e *B. coccobifolia* Kunth. pode ser empregada no tratamento de bactérias, como *Bacillus cereus* e *Pseudomonas aeruginosa*, por exemplo.

Byrsonima coccobifolia. conhecida vulgarmente por “murici de carrasco”, tem *B. sessilifolia* Bent. como sinônimo. Essa espécie tem ocorrência confirmada nos estados: Amazonas, Pará, Amapá, Rondônia, Roraima, Tocantins, Alagoas, Bahia, Maranhão, Piauí, Sergipe, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Apresenta porte arbóreo ou arbustivo, com folhas cartáceas a cartáceo-coriáceas; lâmina foliar, suborbicular, oboval, elíptica, largamente oval ou oval, com ápice arredondado, emarginado ou obtuso, base cordada, subcordada ou arredondada; ambas as faces são glabras; a nervura principal é evidente na face adaxial e na face abaxial, sendo as nervuras secundárias e terciárias também proeminentes, com 6-8 nervuras. A flor possui pétalas brancas, que com o tempo se tornam róseas; o fruto é globoso a ovóide do tipo drupa e apresenta coloração alaranjada quando maduro (Francener & Almeida, 2025).

Byrsonima coccobifolia é referida como uma planta com diversas finalidades, pois apresenta potencial de uso apícola, ornamental, alimentício (frutos comestíveis), como planta forrageira e madeireira (estacas, mourões, lenha e carvão) (Gavilanes, Brandão & Cardoso, 1991; Gavilanes & Brandão, 1991; Gavilanes & Brandão, 1996; Melo & Barbosa, 2007; Galvilanes et al., 2020).

Byrsonima sericea DC., conhecida popularmente como Murici verdadeiro, apresenta

habito arbustivo ou arbóreo podendo atingir até 6 metros de altura, com folhas cartáceas; lâmina elíptica, ovada ou obovada, ápice agudo, obtuso ou acuminado, base cuneada ou aguda, margem plana ou ligeiramente revoluta; a sua face adaxial é subserícea ou glabrescente e a face abaxial densamente e persistente serícea, apresenta tricomas retos e sésseis ou subséssveis, dando à lâmina uma aparência bronze, dourado ou prateada; as pétalas são amarelas, ou algumas vezes se tornam alaranjadas quando velhas; os frutos são drupas amarelas seríceas a glabrescentes. Esta espécie ocorre em 19 estados do Brasil, dentre eles o Ceará (Francener & Almeida, 2025).

Muitas vezes, a identificação de espécies do mesmo gênero é dificultada pela grande similaridade de características morfológicas e, por este motivo, estudos anatômicos e histoquímicos são comumente usados para a classificação correta de diversas espécies. Dessa forma, estudos de anatomia foliar assumem grande importância na taxonomia de muitas famílias, como na Malpighiaceae (Araújo et al., 2010). Os testes histoquímicos têm sido amplamente aplicados por auxiliar no diagnóstico de diversos compostos do metabolismo primário e secundário dos tecidos vegetais, como os compostos fenólicos, as ligninas, os taninos, os flavonoides, as cumarinas, os alcaloides, os aminoácidos, os açúcares, as ceras e as mucilagens. Essa verificação fornece subsídios para a botânica sistemática, na identificação e subscrição de espécies (Dôres, 2007).

O estudo objetivou descrever as características da anatomia e compostos histoquímicos na folha que possibilitem a identificação e classificação segura das espécies *B. coccobifolia* Kunth e *B. sericea* DC., as quais apresentam grande similaridade na fase inicial de crescimento, fornecendo subsídios para estudos taxonômicos e farmacobotânicos.

Material e Métodos

Coleta do material botânico

O material botânico foi coletado na antiga trilha do Cajueiro, Chapada do Araripe, Município de Crato ($7^{\circ}17'00.5''S$ $39^{\circ}32'33.0''W$), (Figura 1), na Região Sul do estado do Ceará, Brasil. Foram confeccionadas exsicatas, incorporadas e identificadas pelos números 15.273 e 15.275 no Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (HCDAL), na Universidade Regional do Cariri (URCA).



Figura 1. *Byrsonima coccobifolia* Kunth (A) e *B. sericea* DC. (B). Fonte: Silva et al. (2022).

Os estudos anatômico e histoquímico foram realizados no Laboratório de Estudos da Flora Regional do Cariri (LEFLORE) e Laboratório de Botânica Aplicada (LBA) da Universidade Regional do Cariri (URCA).

Estudo anatômico

Para os estudos anatômicos, foram utilizadas folhas adultas de cada espécie. As amostras foram fixadas em formaldeído, ácido acético e etanol 70%, 1:1:18 (FAA 70), por 48 horas (Johansen, 1940) e posteriormente conservadas em etanol 70% (Berlyn & Miksche, 1976).

As folhas foram seccionadas manualmente com o auxílio de lâminas de aço (Gillette®) e isopor como suporte para a obtenção de cortes transversais da lâmina foliar e do pecíolo. As secções foram clarificadas em solução de hipoclorito de sódio comercial (2,5%), lavadas com água destilada e coradas com azul de astra (0,5%) e fucsina básica (0,06%) (Kraus & Arduin, 1997).

Para a análise da epiderme foliar, fragmentos epidérmicos de ambas as faces foram obtidos após dissociação por imersão em solução de hipoclorito de sódio comercial 2,5%, por um período de 5-6 dias, até a sua completa dissociação. Em seguida, lavou-se as amostras em água destilada, e realizada a coloração com fucsina básica (0,06%). Foram confeccionadas lâminas semipermanentes, utilizando-se gelatina glicerinada como meio de montagem e esmalte incolor para a vedação das lamínulas.

Testes histoquímicos

Testes histoquímicos foram aplicados em secções histológicas transversais da lâmina foliar e do pecíolo de folhas frescas; os cortes foram obtidos com o auxílio de lâmina de aço, usando pedaços de isopor como suporte.

Os cortes foram submetidos aos reagentes: cloreto férrico (Johansen, 1940) e dicromato de potássio (Gabe, 1968) para indicar a presença de compostos fenólicos gerais; vanilina clorídrica (Mace & Howell, 1974) para detectar taninos; floroglucina ácida para lignina (Johansen, 1940) e lugol para grãos de amido; sudan IV (Pearse, 1974) para lipídios totais; azul de coomassie (Fisher, 1968) para proteínas; reagente de Wagner e reagente de Dittmar (Furr & Mahlberg, 1981) para alcaloides.

Resultados e Discussão

Estudo anatômico

Byrsonima sericea DC.

Em secção frontal, a epiderme foliar de *B. sericea* apresenta células com paredes anticlinais retas e ligeiramente sinuosas nas faces abaxial (Figura 2A) e adaxial (Figura 2B). Na face adaxial foram observadas cicatrizes de tricomas (setas) e a presença de cristais do tipo drusas (Figura 2C). A folha é classificada como hipoestomática, pois apresenta estômatos apenas na face abaxial (Figura 2A e 2D). Os estômatos possuem duas células subsidiárias, paralelas ao eixo da abertura do ostíolo, definindo seu tipo como paracítico (Figura 2A).

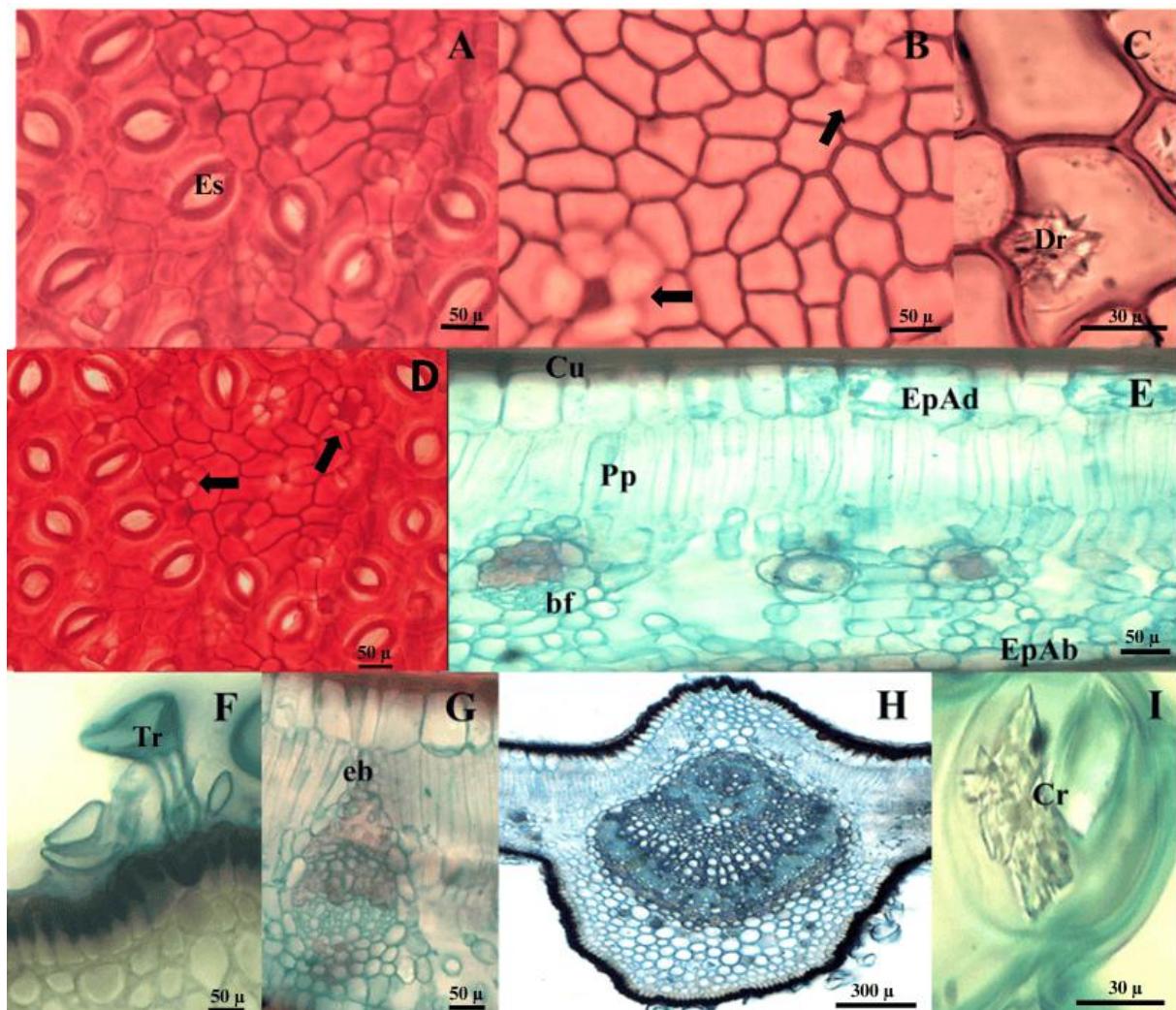


Figura 2. Anatomia foliar de *Byrsonima sericea* DC. A. Face abaxial da epiderme evidenciando os estômatos; B. Face adaxial epidérmica em secção transversal com cicatriz de tricoma (seta); C. Drusa na face adaxial; D. Cicatriz de tricoma na face abaxial (seta); E. Mesofilo; F. Tricomas na face abaxial da epiderme; G. Feixe vascular da lámina foliar; H. Nervura central; I. Cristais na nervura central. Es = Estômatos; Dr = Drusa; Tr = Tricoma; eb = Extensão da bainha; bf = Bainha do feixe; Cu = Cutícula; Pp = Parênquima paliçadico; EpAd = Face adaxial da epiderme; EpAb = Face abaxial da epiderme; Cr = Cristais. Fonte: Silva et al. (2022).

Em vista transversal, a epiderme é uniestratificada, com células de formato retangular na face adaxial e algumas de formato globoso na

porção abaxial (Figura 2E). A epiderme é revestida por uma espessa cutícula nas duas faces da folha, e com presença de tricomas em forma de T (Figura

2F), em ambas as faces da folha, como evidenciado pelas cicatrizes de tricomas, apontadas pelas setas pretas, nas Figuras 2B e D.

Não foram observadas as glândulas de óleo na epiderme e no mesofilo foliar de *B. sericea*. Apresenta mesofilo dorsiventral com apenas uma camada de parênquima paliçádico e entre cinco e seis camadas de parênquima lacunoso (esponjoso). Os feixes vasculares observados no mesofilo são do tipo colateral e estão circundados por uma bainha de células parenquimáticas (Figura 2E). Os feixes vasculares de maior porte possuem uma extensão da bainha parenquimática que se prolonga até ambas as faces da epiderme (Figura 2G).

A nervura central apresenta forma biconvexa, seu sistema vascular possui dois feixes colaterais (Figura 2H), o maior em arco aberto e em formato de V voltado para a face adaxial (xilema), e o menor em formato circular (floema). Os feixes vasculares são envoltos por uma bainha de fibras esclerenquimáticas. Na região da nervura central, subjacente à epiderme, observa-se o colênquima

angular, encontrando de quatro a cinco na face adaxial e de três a quatro camadas próximas à face abaxial da epiderme, seguido por parênquima fundamental; as células do parênquima e do colênquima apresentam dois cristais de oxalato de cálcio justapostos em uma única célula, um estiloide na porção superior direita e um irregular ou em formação (Figura 2I).

O pecíolo apresenta forma plano-convexa na região mediana (Figura 3A), e possui um único feixe vascular colateral na forma de arco aberto e com as extremidades convolutas. Foram também visualizados feixes vasculares acessórios no número de quatro, dois em cada lado do feixe central. Apresenta epiderme uniestratificada coberta por uma espessa cutícula. No córtex do pecíolo, também são observadas muitas braquiesclereides (Figura 3B). No pecíolo existem numerosos tricomas tectores pluricelulares (Figura 3C) e cristal prismático, em forma de losango, no córtex (Figura 3D).

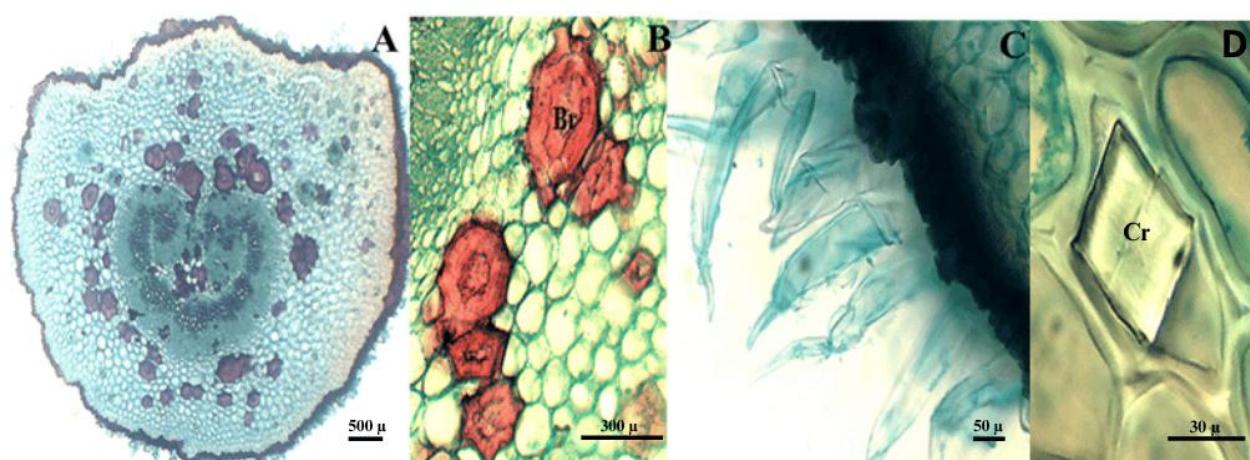
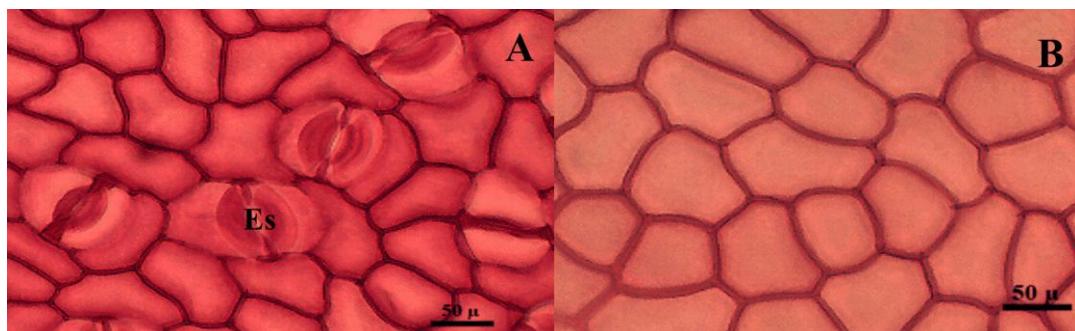


Figura 3. Anatomia do pecíolo de *Byrsonima sericea* DC. A. Porção distal do pecíolo; B. Braquiesclereide no córtex; C. Tricomas tectores associados à epiderme; D. Cristal no córtex. Br = Braquiesclereide; Cr = Cristal. Fonte: Silva et al. (2022).

Byrsonima coccobifolia Kunth

Em vista paradérmica, a face adaxial apresenta células com paredes anticlinais retas levemente onduladas (Figura 4A), e a face abaxial apresenta células com paredes ligeiramente

onduladas (Figura 4B). Quanto à distribuição dos estômatos, a folha também é classificada como hipoestomática e apresenta complexo estomático do tipo paracítico (Figura 4A).



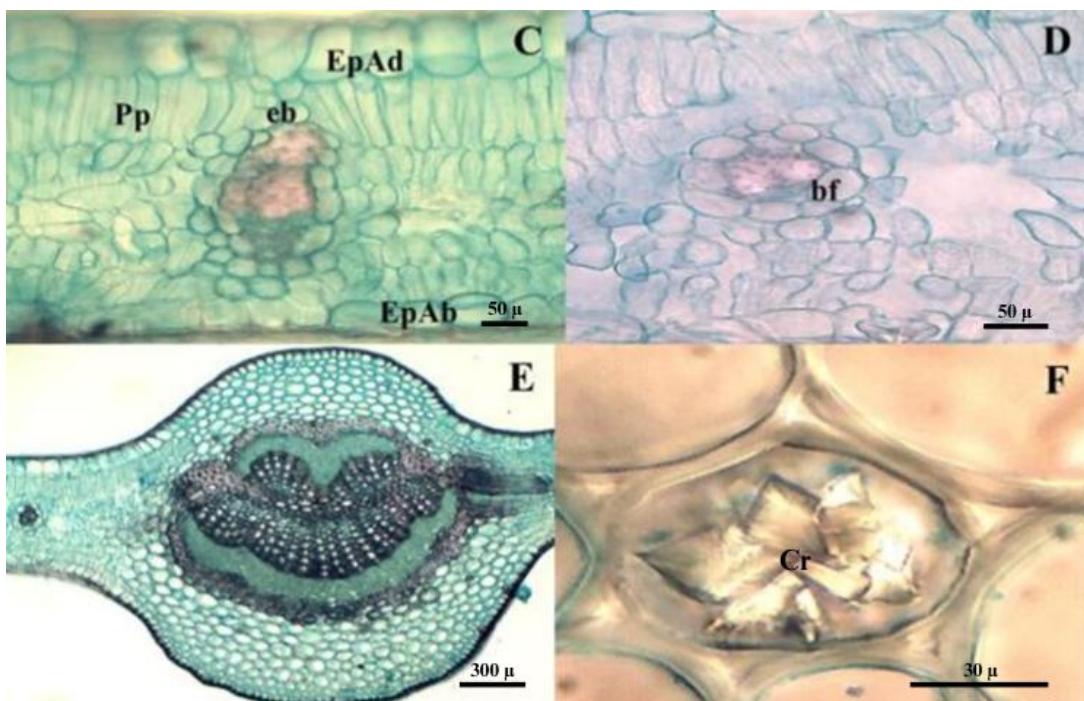


Figura 4. Anatomia foliar de *Byrsonima coccobifolia* Kunth. A. Face abaxial evidenciando os estômatos; B. Face adaxial; C. Mesofilo; D. Feixe vascular; E. Nervura Central; F. Cristais observados na nervura central. Es = Estômatos; eb = Extensão da bainha; bf = Bainha do feixe; Pp = Parênquima paliçádico; EpAd = Face abaxial da epiderme; EpAb = Face abaxial da epiderme; Cr = Cristais prismáticos. Fonte: Silva et al. (2022).

Em secção transversal, a epiderme é uniestratificada com células de formato quadrangular na face abaxial e retangular na face adaxial (Figura 4C), apresentando cutícula espessa nas duas faces. Não foram observados tricomas nas secções paradérmicas das faces adaxial e abaxial da folha de *B. coccobifolia*.

O mesofilo é dorsiventral, abaixo da face superior da epiderme encontra-se apenas uma camada de parênquima paliçádico e de quatro a cinco camadas de parênquima esponjoso. São observados feixes vasculares do tipo colateral envoltos por uma bainha parenquimática (Figura 4D), e nos feixes maiores essa bainha se estende em direção à epiderme, nas duas faces (Figura 4C).

Em secção transversal da nervura central, observa-se o formato biconvexo (Figura 4E). Apresentando sistema vascular em forma de arco aberto, um dos arcos tem a concavidade voltada para a face abaxial, e outro a concavidade está voltada para a face adaxial, e este último é o menor. O arco direcionado para a face abaxial forma um arco contínuo, e o direcionado para a face adaxial é interrompido na sua porção mediana. Uma bainha

esclerenquimática circunda externamente o sistema vascular.

Na região da nervura central, subjacente à epiderme, observa-se o colênquima angular, encontrando entre quatro a cinco camadas próximas à abaxial da epiderme e cinco a seis situadas abaixo da face adaxial, seguido pelo parênquima fundamental, no qual são observadas drusas de oxalato de cálcio (Figura 4F). Além disso, os cristais regulam os níveis de cálcio nos tecidos, podendo representar uma estratégia de manutenção de nutrientes, como a reserva de cálcio ou oxalato para a planta (Volk et al., 2008; Gavilanes et al., 2020).

Com relação ao pecíolo, possui forma côncavo-convexa (Figura 5A), com apenas um feixe vascular central, em formato de arco fechado do tipo colateral. Foram observados quatro feixes vasculares acessórios situados lateralmente ao feixe central, sendo dois em cada lado. Apresenta epiderme uniestratificada, recoberta por uma espessa cutícula, próxima ao sistema vascular do pecíolo, observam-se braquiesclereides (Figura 5B). Há presença de cristais prismáticos na região do córtex (Figura 5C).

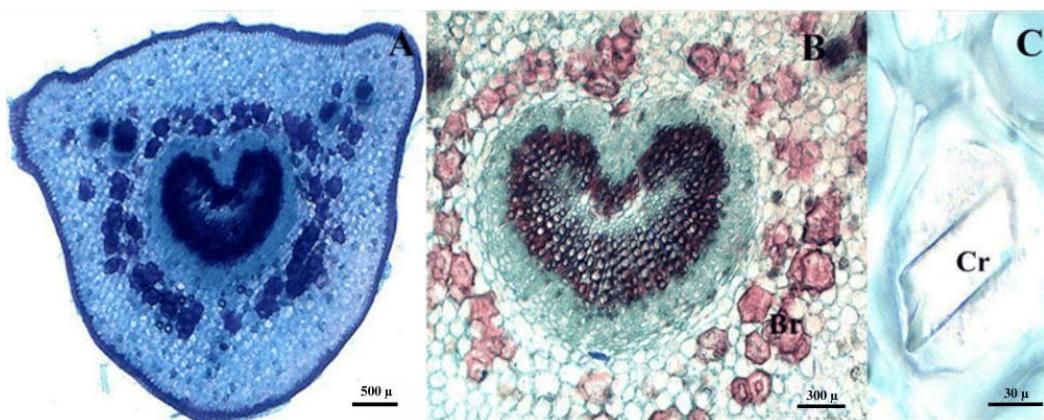


Figura 5. Anatomia do pecíolo de *Byrsonima coccobifolia* Kunth. A. Secção transversal do pecíolo; B. Braquiesclereides ao redor do sistema vascular; C. Cristal prismático. Br = Braquiesclereides; Cr = Cristal. Fonte: Silva et al. (2022).

As folhas de *B. coccobifolia* e *B. sericea* apresentam atributos anatômicos característicos da família Malpighiaceae. De acordo com Metcalfe & Chalk (1979), tricomas, do tipo glandulares ou não glandulares, e a ocorrência de estômatos paracíticos são considerados caracteres diagnósticos para esta família. Ambas as espécies estudadas apresentam folhas hipoestomáticas e aparelhos estomáticos paracíticos.

A presença de tricomas foi verificada apenas em *B. sericea*, (Silva, 2020), cujos autores também relataram a presença de tricomas para a espécie em duas fitofisionomias contrastantes da costa atlântica brasileira. Os tricomas são anexos da epiderme (Javelle et al., 2011) e atuam como barreiras físicas que mitigam os efeitos do excesso de radiação, reduzindo a transpiração e a perda de água pela maior camada de ar limítrofe criada na lâmina foliar (Bickford, 2016), e este é um importante recurso em ambientes xerófilos.

As duas espécies apresentam epiderme uniestratificada e recoberta por uma espessa cutícula em ambas as faces, característica também verificada por (Santana, 2018) em *B. coccobifolia* e *B. verbascifolia*, que acontecem em três áreas de cerrado *stricto sensu*. A composição lipídica e hidrofóbica da cutícula, impede a absorção de substâncias tóxicas diluídas em água pela epiderme foliar (Javelle et al., 2011), além disso, impede a manutenção prolongada de água na superfície foliar, reduzindo a incidência de fitopatógenos (Ziv et al., 2018).

As espécies estudadas apresentam o sistema vascular em formatos distintos, *B. coccobifolia* possui sistema vascular na forma de arco aberto, formado por um conjunto arcos, o primeiro possui concavidade direcionada para face adaxial e o segundo voltado para o sentido oposto, e este último é menor, corroborando o estudo feito por Gavilanes et al. (2020) para esta espécie. Em *B. sericea* o sistema vascular consiste em um arco

aberto (formato de V) voltado para a face abaxial, e o menor em formato circular. Desse modo, os caracteres anatômicos do sistema vascular fornecem dados importantes que podem ser usados para diferenciar as duas espécies.

Com relação ao petíolo as espécies também apresentam diferenças. *B. coccobifolia* na região mediana apresenta forma côncavo-convexa diferindo de *B. sericea* que apresenta formato plano-convexo, resultado semelhante ao encontrado por (Silva et al., 2013), para *B. sericea* em diferentes formações vegetais no estado da Bahia.

Caracteres como presença ou ausência, e o número desses feixes acessórios permitiu separar espécies dos gêneros, *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Heteropteris* no estudo realizado por (Araújo et al., 2010) com 16 espécies de Malpighiaceae ocorrentes em áreas de cerrado, contudo, isto não foi possível para a separação entre espécies do gênero *Byrsonima* avaliadas neste estudo, pois ambas as espécies possuem braquiesclereides no petíolo, além disso, possuem quatro feixes acessórios, dois em cada lado do feixe central.

A presença de cristais de oxalato de cálcio na forma de drusas e cristais prismáticos foi verificada tanto no petíolo quanto na região da nervura central de ambas as espécies. Entretanto, foi observada a presença de drusas apenas na face adaxial da epiderme de *B. sericea*. Os cristais de oxalato de cálcio apresentam importância ecológica, comumente relacionados a estratégias de sobrevivência das plantas contra o ataque de herbívoros (Lucas et al., 2000; Xiang & Chen, 2004) e importância fisiológica, visto que os cristais armazenam cálcio, macronutriente essencial, nos tecidos vegetais, e, portanto, servindo como mecanismo de reserva nutricional para a planta (Volk et al., 2008).

Considerando o mesófilo, ambas as espécies apresentam caracteres semelhantes, como

mesofilo dorsiventral com feixes vasculares colaterais circundados por bainha parenquimática. Estas características também foram verificadas por (Higuchi, 2007) em *B. basiloba* e *B. crassa*. *B. fagifolia* e *B. intermedia*. Metcalfe & Chalk (1950) afirmam que diferenças na estrutura do mesofilo podem ter grande valor para a identificação de espécies.

Estudo histoquímico

Na caracterização histoquímica da lâmina foliar e do pecíolo das duas espécies, verificou-se reação positiva para todos os compostos testados na tabela 1. Na lâmina foliar de *B. sericea* foi confirmada a presença de compostos metabólicos secundários presentes em células parenquimáticas e em células do floema (compostos fenólicos não estruturais), e a presença de lipídios (cutícula) (Figura 6).

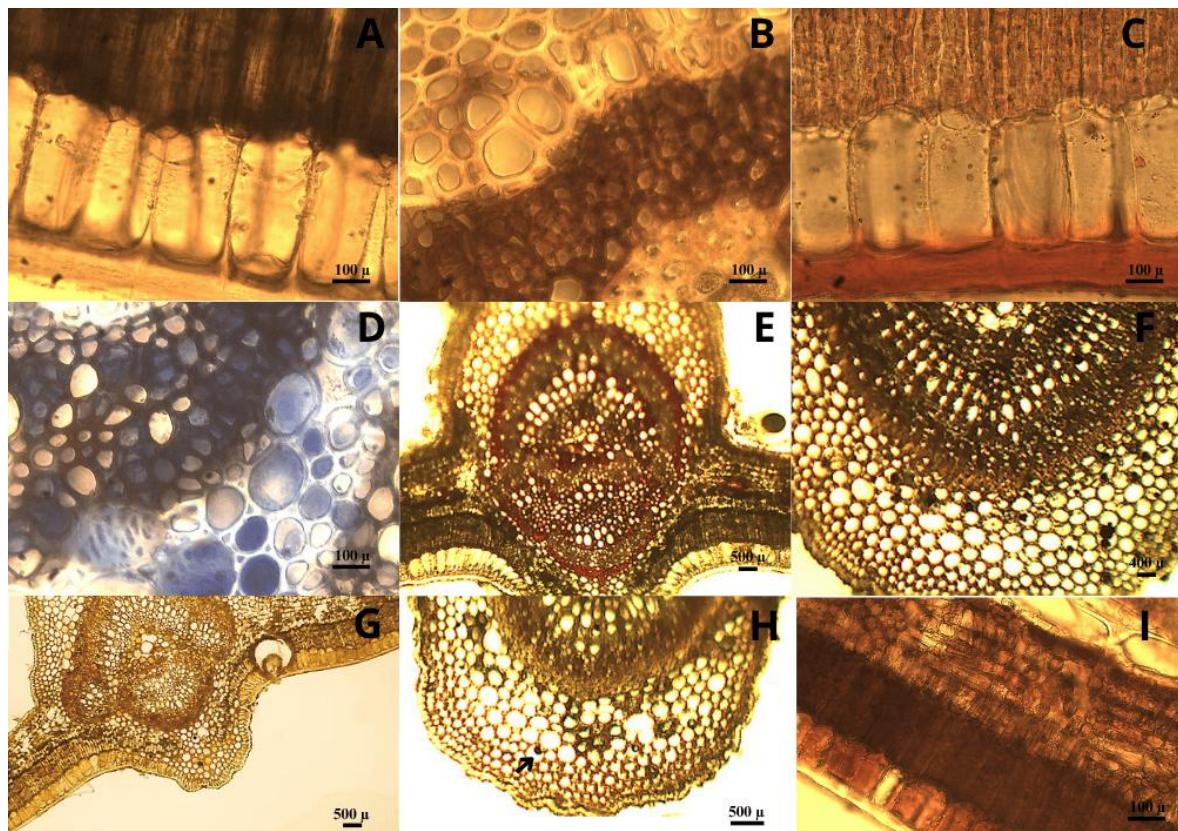


Figura 6. Secções transversais da lâmina foliar de *Byrsonima sericea* DC. A. Compostos fenólicos não estruturais em células parenquimáticas (cloreto férrico); B. Compostos fenólicos não estruturais (dicromato de potássio) (castanho); C. Lipídio (rosa); D. Proteínas totais (azul); E. Lignina (rosa); F. Alcaloide (reagente de Wagner) (castanho); G. Alcaloide (reagente de Dittamar) (castanho); H. Seta apontando para o grão de amido em preto (lugol); I. Taninos (rosa/avermelhado). Fonte: Silva et al. (2022).

O pecíolo de *B. sericea* apresentou reação positiva para todos os compostos testados (Figura 7). Foram observados compostos fenólicos não estruturais no parênquima axial (Figura 7A) e em

células do cilindro vascular (floema secundário) (Figura 7B), além da presença de lipídios em sua cutícula (Figura 7C).



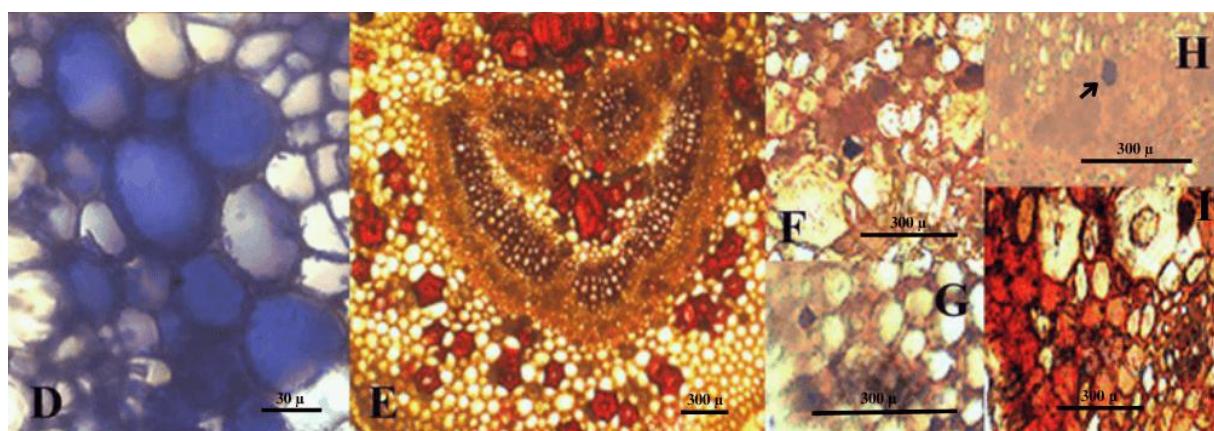


Figura 7. Secções transversais do pecíolo de *Byrsonima sericea* DC. A. Compostos fenólicos não estruturais (cloreto férrico); B. Compostos fenólicos não estruturais (dicromato de potássio) (castanho); C. Lipídio (rosa); D. Proteínas totais (azul); E. Lignina (rosa); F. Alcaloide (reagente de Wagner) (castanho); G. Alcaloide (reagente de Dittamar) (castanho); H. Seta apontando para o grão de amido em preto (lugol); I. Taninos (rosa/avermelhado). Fonte: Silva et al. (2022).

A lâmina foliar de *B. coccobifolia*, apresentou reação positiva para todos os compostos testados (Figura 8). Foi observada reação positiva indicando a presença de lipídios na cutícula,

compostos fenólicos não estruturais presentes no cilindro vascular (floema) e parênquima paliçadíco, e a presença de proteínas totais destacada nas células de parênquima (Figura 8D).

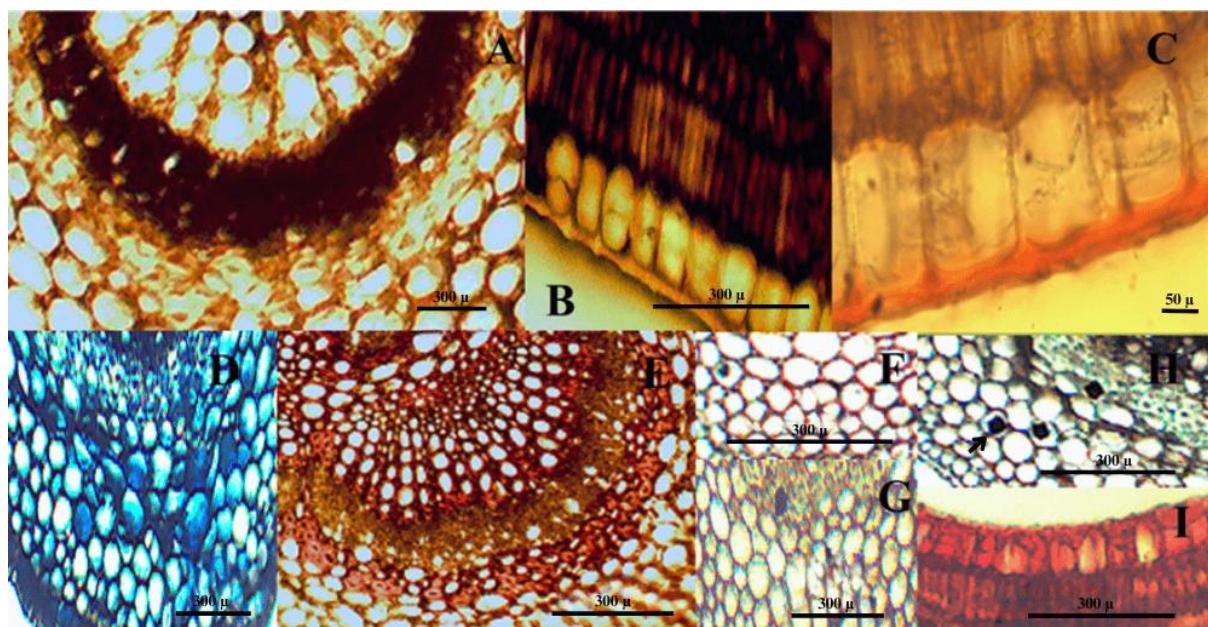


Figura 8. Secções transversais da lâmina foliar de *Byrsonima coccobifolia* Kunth. A. Compostos fenólicos não estruturais (cloreto férrico); B. Compostos fenólicos não estruturais (dicromato de potássio) (castanho); C. Lipídio (rosa); D. Proteínas totais (azul); E. Lignina (rosa); F. Alcaloide (reagente de Wagner) (castanho); G. Alcaloide (reagente de Dittamar) (castanho); H. Seta apontando para o grão de amido em preto (lugol); I. Taninos (rosa/avermelhado). Fonte: Silva et al. (2022).

Em secção transversal, o pecíolo de *B. coccobifolia* apresentou metabólitos secundários presentes em estruturas como cutícula (lipídio),

floema (proteínas) e xilema (lignina) secundários (Figura 9).

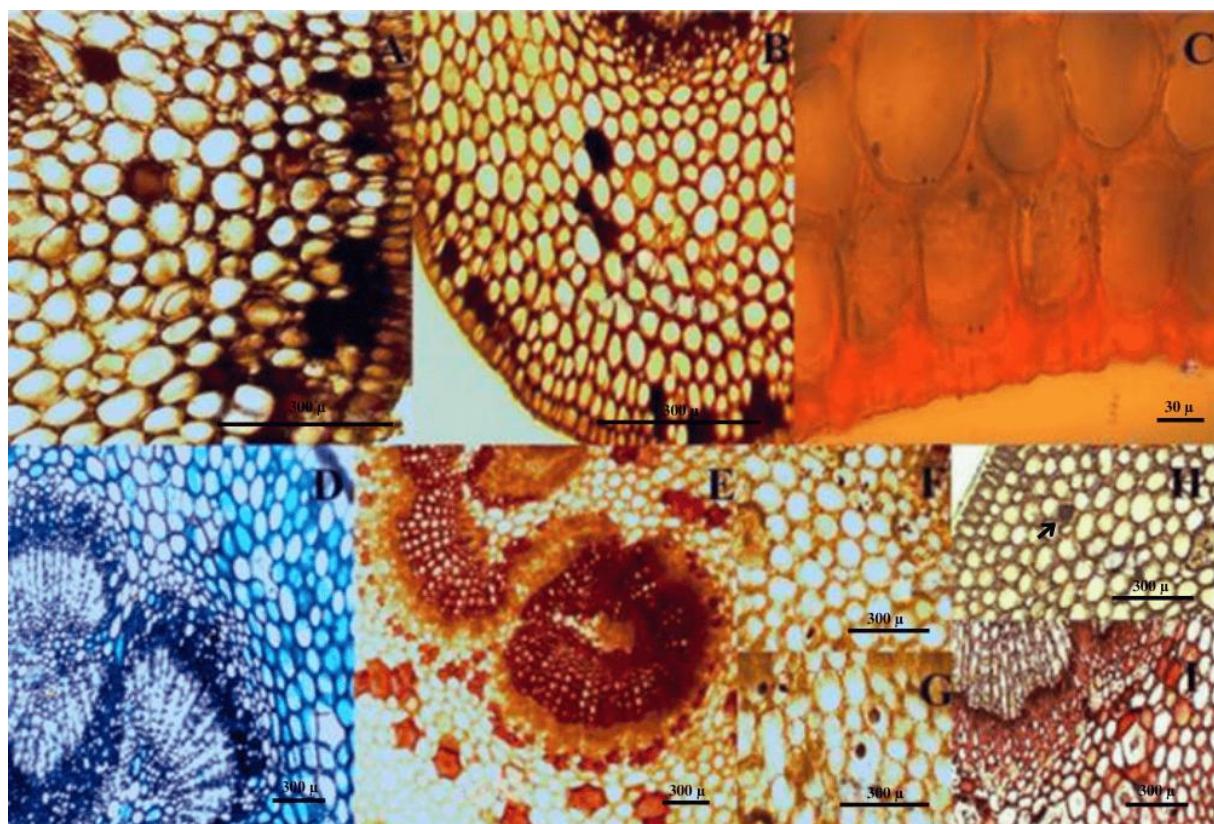


Figura 9. Secções transversais do pecíolo de *Byrsonima coccobifolia* Kunth. A. Compostos fenólicos não estruturais (cloreto férrico); B. Compostos fenólicos não estruturais (dicromato de potássio) (castanho); C. Lipídio (rosa); D. Proteínas totais (azul); E. Lignina (rosa); F. Alcaloide (reagente de Wagner) (castanho); G. Alcaloide (reagente de Dittamar) (castanho); H. Seta apontando para o grão de amido em preto (lugol); I. Taninos (rosa/avermelhado). Fonte: Silva et al. (2022).

Os métodos de coloração com cloreto férrico e dicromato de potássio foram eficazes para identificar a presença de compostos fenólicos não estruturais no clorênquima e no floema. A presença de compostos fenólicos também foi detectada por (Higuchi, 2007) em folhas de quatro espécies do gênero *Byrsonima*. Os compostos fenólicos estruturais, como a lignina, foram identificados no xilema e no esclerênquima, especificamente nas fibras e braquiesclereides do pecíolo. Foram encontrados compostos fenólicos nos frutos e nas

sementes de espécies deste gênero. Esses compostos fenólicos são considerados como um tipo de defesa química contra a herbivoria (Swain, 1979; Higuchi, 2007).

Os compostos fenólicos, taninos, amido, lipídeos, proteínas totais e alcaloides foram observados na lâmina foliar e pecíolo de *B. coccobifolia* e *B. sericea* (Tabela 1) com o uso de corantes e reagentes específicos.

Tabela 1. Testes histoquímicos e localização dos grupos de metabólitos no órgão vegetal de *Byrsonima coccobifolia* Kunth e *B. sericea* DC. Fonte: Silva et al. (2022).

Grupo de metabólitos	Reagentes	Histolocalização			
		<i>B. coccobifolia</i>	<i>B. sericea</i>	<i>B. coccobifolia</i>	<i>B. sericea</i>
Compostos fenólicos	Compostos fenólicos totais				
	Tanino	+	+	+	+
	Lignina	+	+	+	+
Taninos	Vanilina clorídrica	+	+	+	+
Amido	Lugol	+	+	+	+
Lipídeos	Sudan IV	+	+	+	+
Proteínas totais	Azul de Comassie	+	+	+	+
Alcaloides	Reagente de Wagner	+	+	+	+
	Reagente de Dittmar	+	+	+	+

A presença dos metabólitos secundários na lâmina foliar e no pecíolo das espécies analisadas também foi encontrada por Higuchi (2007) na folha de espécies do gênero *Byrsonima*. A presença de compostos fenólicos em espécies vegetais está associada à proteção contra elementos externos, como condições ambientais adversas e ataque de pragas, microrganismos ou animais. Os taninos presentes em folhas atuam na defesa vegetal, tendo em vista que, o sabor adstringente causado por esta substância contribui para a repelência de insetos, répteis e outros herbívoros (Lucas et al., 2000; Xiang & Chen, 2004).

Conclusão

As folhas de *B. coccobifolia* e *B. sericea* apresentam caracteres anatômicos comuns à família Malpighiaceae: epiderme uniestratificada, presença de aparelho estomático paracítico, feixes vasculares colaterais e cristais de oxalato de cálcio.

Diferenças constatadas na conformação do feixe vascular nas duas espécies, na lâmina foliar e no pecíolo, além da presença de tricomas apenas em *B. sericea*, são características que auxiliam na identificação destas espécies.

Byrsonima coccobifolia e *B. sericea* possuem metabólitos secundários relevantes, do ponto de vista farmacológico, indicando a necessidade de estudos fitoquímicos mais aprofundados, visando contribuir com as pesquisas farmacobotânicas relacionadas ao gênero *Byrsonima*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Herbário Caririense Dárdano de Andrade Lima (HCDAL) e à pesquisadora Maria Arlene Pessoa da Silva pela identificação das espécies. À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro, pela concessão de bolsa de iniciação científica e tecnológica para Leiliane Pereira da Costa.

Referências

- Alexandrino, V. H. D.; Sousa, J. D. S.; Bastos, M. D. N. 2011. Estudo taxonômico da família Malpighiaceae Juss. das restingas de Algodoal/Maiandeuá, Maracanã, Pará, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais, 6, 335-347. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v6i3.614>
- Araújo, J. S.; Azevedo, A. A.; Silva, L. C.; Meira, R. M. S. A. 2010. Leaf anatomy as an additional taxonomy tool for 16 species of Malpighiaceae found in the Cerrado area (Brazil). Plant Systematics and Evolution, 286, 117-131. <https://doi.org/10.1007/s00606-010-0268-3>
- Berlyn, G. P.; Miksche, J. P. 1976. Botanical microtechnique and cytochemistry. Systematic Botany, 1a ed., p. 200.
- Bickford, C. P. 2016. Ecophysiology of leaf trichomes. Functional Plant Biology, 43, 807-814. <https://doi.org/10.1071/FP16095>
- Brandão, H. N.; David, J. P.; Couto, R. D.; Nascimento, J. A.; David, J. M. 2010. Química e farmacologia de quimioterápicos antineoplásicos derivados de plantas. Química Nova, 33, 1359-1369. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000600026>
- Davis, C. C.; Anderson, W. R. 2010. Uma filogenia genérica completa de Malpighiaceae inferida a partir de dados de sequência de nucleotídeos e morfologia. American Journal of Botany, 97, (12), 2031-2048. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000146>
- Dôres, R. G. R. D. 2007. Análise morfológica e fitoquímica da fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.). Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 374p.
- Ferreira, D. M.; Brandão, M. G.; Nascimento, M. D. C. F.; Carneiro, S. C. S.; Pereira Júnior, A. C. 1991. Ciclosporina A em psoríase. An. bras. dermatol., 66, (4), 203-5.
- Fisher, D. B. 1968. Coloração proteica de cortes de épon em fita para microscopia óptica. Histochemie, 16, (1), 92-96.
- Francener, A.; Almeida, R. F. *Byrsonima* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB8831>. Acesso em: 15 mai. 2025
- Francener, A.; Almeida, R. F. 2025. *Byrsonima* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB8845>. Acesso em: 15 mai. 2025.
- Furr, M.; Mahlberg, P. G. 1981. Análises histoquímicas de laticíferos e tricomas glandulares em *Cannabis sativa*. Journal of Natural Products, 44, (2), 153-159.
- Gabe, M. 1968. Techniques histologiques. Masson & Cie, Paris. 1113p.
- Gavilanes, M. L.; Brandão, M. 1991. Flórula da reserva biológica municipal do Poço Bonito, Lavras, MG: I, formação cerrado. Daphne, 1, 24-31.
- Gavilanes, M. L.; Brandão, M. 1996. Potencialidades dos componentes da flora do Município de Itumirim, MG. Daphne, Belo Horizonte, 6, (2), 59-74.

- Gavilanes, M. L.; Silva, A. M.; Freitas Dias, M. V.; Oliveira, J. A.; Corrêa, F. F.; Rodrigues, L. C. de A.; Duarte, V. P. 2020. Estrutura foliar de *Byrsonima coccobifolia* Kunth. (Malpighiaceae) em ambiente de cerrado e campo rupestre. Research, Society and Development, 9, (12), e14991210077-e14991210077. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10077>
- Gavilanes, M.; Brandão, M.; Cardoso, C. 1991. Plantas de formação do cerrado, com possibilidades de serem empregadas como ornamentais em Minas Gerais. Informe Agropecuário, 15, (168), 21-28.
- Guilhon-Simplicio, F.; Pereira, M. D. M. 2011. Aspectos químicos e farmacológicos de *Byrsonima* (Malpighiaceae). Química Nova, 34, 1032-1041. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000600021>
- Higuchi, C. T. 2007. *Byrsonima* ssp: estudo anatômico e histoquímico foliar, atividade antimicobacteriana e citotoxicidade de extratos e seus derivados. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 70p.
- Javelle, M.; Vernoud, V.; Rogowsky, P. M.; Ingram, G. C. 2011. Epiderme: a formação e as funções de um tecido vegetal fundamental. New Phytologist, 189, (1), 17-39. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03514.x>
- Johansen, D. A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw Hill, New York.
- Kraus, J. E.; Arduin, M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal, Seropédica. 198p.
- Lucas, P. W.; Turner, I. M.; Dominy, N. J.; Yamashita, N. 2000. Defesas mecânicas contra herbivoria. Annals of Botany, 86, (5), 913-920. <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1261>
- Mace, M. E.; Howell, C. R. 1974. Histochemistry and identification of condensed tannin precursors in roots of cotton seedlings. Canadian Journal of Botany, 52, 2423-2426. <https://doi.org/10.1139/b74-314>
- Mamede**, M. C. H.; Francener, A. 2015. *Byrsonima* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/FB23493>
- Medina, C. O.; Louchard, B. O.; Gonçalves, T. 2015. Análise espectrofotométrica da atividade fotoprotetora in vitro de extratos das folhas de *Byrsonima sericea*. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, 36, 391-398. <https://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/27/26>
- Melo, M. C.; Barbosa, R. I. 2007. Árvores e arbustos das savanas de Roraima: guia de campo ilustrado. Boa Vista: PMBV/CONSEMA. 36p.
- Metcalfe, C. R.; Chalk, L. 1950. Anatomy of the Dicotyledons: leaves, stem, and wood, in relation to taxonomy, with notes on economic uses. Oxford. 1500p.
- Metcalfe, C. R.; Chalk, L. 1979. Anatomy of the dicotyledons. Vol I. Systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject. Anatomy of the dicotyledons. Vol I. Systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject. (Ed. 2). Oxford, 288p.
- Pearse, A. G. E. 1974. Histochemistry: theoretical and applied. 1972 precursors in roots of cotton seedlings. Canadian Journal of Botany, 52, 2423-2426.
- Rosa, F. D. L. 2019. Caracterização química do óleo floral do muricizeiro (*Byrsonima sericea*) utilizado na reprodução por abelhas coletoras de óleo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Brasil, 48p.
- Santana, M. M. 2018. Morfoanatomia dos elaióforos e folhas de *Byrsonima coccobifolia* Kunth e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae), ocorrentes em três áreas de cerrado. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, Brasil, 35p.
- Silva, L. N. N. S.; Nascimento, F. C. G.; Silva, D. C. 2013. Caracterização anatômica de *Byrsonima sericea* em diferentes formações vegetais no estado da Bahia. 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- Silva, V. X. B. 2020. Atributos funcionais da folha e do lenho de *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae) em duas fitofisionomias contrastantes da costa atlântica brasileira. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 88p.
- Swain, T. 1979. Tanins and lignins. In: Rosenthal, G. A.; Janzen, D. H. (eds.) Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites. New York, Academic Press, pp. 657-674.
- Volk, G. M.; Lynch-Holm, V. J.; Kostman, T. A.; Goss, L. J.; Franceschi, V. R. 2002. O papel dos cristais de oxalato de cálcio drusa e rafide na regulação do cálcio tecidual em folhas de *Pistia stratiotes*. Biologia vegetal, 4, (01), 34-45. <https://doi.org/10.1055/s-2002-20434>

- Xiang, H.; Chen, J. 2004. Interspecific variation of plant traits associated with resistance to herbivory among four species of *Ficus* (Moraceae). Annals of Botany, 94, (3), 377-384. <https://doi.org/10.1093/aob/mch153>
- Ziv, C.; Zhao, Z.; Gao, Y. G.; Xia, Y. 2018. Multifunctional roles of plant cuticle during plant-pathogen interactions. Frontiers in plant science, 9, 1088. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01088>