

Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde
Licenciatura em Ciências Biológicas

Estruturas secretoras envolvidas com a proteção dos meristemas vegetativos de
Begonia curtii L.B.Sm. & B.G.Schub (Begoniaceae): caracterização anatômica e
histoquímica

Marco Aurélio Batista

Agosto/2022
Rio Verde – GO

Marco Aurélio Batista

Estruturas secretoras envolvidas com a proteção dos meristemas vegetativos de *Begonia curtii* L.B.Sm. & B.G.Schub (Begoniaceae): caracterização anatômica e histoquímica

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de TCC do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do título de graduação.

Orientadora: Valdnéia Casagrande Dalvi

Agosto/2022

Rio Verde – GO

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

B333e Batista, Marco Aurélio
Estruturas secretoras envolvidas com a proteção dos meristemas vegetativos de *Begonia curtii* L.B.Sm. & B.G.Schub (Begoniaceae): caracterização anatômica e histoquímica / Marco Aurélio Batista; orientadora Valdneá Casagrande Dalvi. -- Rio Verde, 2022.
21 p.

TCC (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. *Begonia*. 2. Coléteres. 3. Idioblastos secretores. 4. Mucilagem. 5. Tricomas. I. Dalvi, Valdneá Casagrande, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Marco Aurélio Batista

Matrícula:

2020102220530391

Título do trabalho:

Estruturas secretoras envolvidas com a proteção dos meristemas vegetativos de *Begonia curtii* L.B.Sm. & B.G.Schub (Begoniaceae): caracterização anatômica e histoquímica

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde

Local

03 / 10 / 2022

Data

Marco Aurélio Batista

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Dalécia Casagrande Delbr

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 57/2022 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao décimo dia do mês de agosto de dois mil e vinte e dois, às 08:00 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Valdneá Casagrande Dalvi (Orientadora), Dayana Maria Teodoro Francino e Valéria Ferreira Fernandes, para examinar o Trabalho de Curso intitulado "**Estruturas secretoras envolvidas com a proteção dos meristemas vegetativos de *Begonia curtii* (Begoniaceae): caracterização anatômica e histoquímica**" do estudante **Marco Aurélio Batista, matrícula 202010222053** do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IF Goiano - Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada por mim em nome dos demais membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Valdneá Casagrande Dalvi

(Orientadora)

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

▪ **Valdnea Casagrande Dalvi, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/08/2022 10:57:42.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/08/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 414247

Código de Autenticação: 38026921be



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Valdneá Casagrande Dalvi, que durante esse percurso me acompanhou em todos os processos, dando todo o auxílio necessário para a elaboração do projeto. Além da parceria no laboratório, conselhos, ensinamentos e amizade, que me ajudaram em momentos difíceis.

Aos professores do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas que através de seus ensinamentos permitiram que eu pudesse estar concluindo essa última etapa do curso.

Ao Instituto Federal Goiano de Rio Verde em especial ao Laboratório de Anatomia Vegetal (LAVEG) por proporcionar a infraestrutura necessária para a execução do projeto.

Ao Laboratório Multiusuário de microscopia de alta resolução (LaMic) da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, por disponibilizar o espaço e os equipamentos para os estudos de MEV.

Aos amigos que fiz no laboratório de anatomia vegetal, em especial, minhas amigas Taíza e Giselle que me ajudaram nos momentos em que eu estava prestes a desistir.

Por último, mas não menos importante, à minha família por me apoiar incondicionalmente em todas as minhas escolhas. E todos os demais que me ajudaram de alguma forma durante esse percurso.

Muito obrigado!

RESUMO

BATISTA, MARCO AURÉLIO. **Estruturas secretoras envolvidas com a proteção dos meristemas vegetativos de *Begonia curtii* L.B.Sm. & B.G.Schub (Begoniaceae): caracterização anatômica e histoquímica.** 2022. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Licenciatura em Ciências Biológicas. Instituto Federal Goiano - campus Rio Verde. Rio Verde, Goiás, 2022.

Os ápices caulinares são considerados essenciais para a construção do corpo do vegetal e danos nessa região acarretam um alto custo para as plantas. Por ser uma estrutura frágil e extremamente importante é comum encontrar estruturas de proteção mecânica e química que proporcionam proteção ou resistência contra herbívoros, dessecação e radiação solar. Observações de campo constataram a presença de uma secreção pegajosa acumulada entre as estípulas de *Begonia curtii*, protegendo o meristema apical, o que motivou o presente estudo. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar e caracterizar as estruturas secretoras envolvidas com a produção dessa secreção bem como identificar a natureza química desse secretado. Para isso, amostras de folhas e estípulas jovens, recobrimo o meristema apical de *B. curtii* foram coletadas e submetidas a técnicas usuais para estudos de microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura. Foram identificados dois tipos de estruturas secretoras responsáveis pela secreção observada em campo: coléteres e idioblastos mucilaginosos. Nas estípulas, na face adaxial, foram observados coléteres os quais ocorrem em agrupamentos de três ou quatro e raramente solitários, padrão ainda não descrito na literatura. Na lâmina foliar foi constatada a presença de tricomas glandulares solitários, funcionalmente denominados de coléteres, próximos a nervura mediana, na face abaxial. Idioblastos mucilaginosos ocorrem aos pares, de forma espelhada, tanto na lâmina foliar, como no pecíolo e nas estípulas. Esses idioblastos encontram-se próximos aos feixes vasculares, e no caso da lâmina foliar, ocorre interno a uma camada de idioblastos fenólicos que contorna todo o mesofilo. Acúmulo de secreção foi observado nas câmaras subestomáticas, conectando a epiderme com a bainha de fenólicos. Esse padrão indica que a secreção produzida pelos idioblastos é liberada por meio dos estômatos. A presença de mucilagem tanto nas estípulas como nas folhas de *B. curtii* pode atuar no armazenamento de água e carboidratos, no balanço hídrico e na resistência contra a seca, sendo que essa espécie habita solos com pouca disponibilidade de água.

Palavras-chave: *Begonia*; coléteres, idioblastos secretores, mucilagem, tricomas.

ABSTRACT

BATISTA, MARCO AURÉLIO. **Secretory structures involved with the protection of vegetative meristems of *Begonia curtii* L.B.Sm. & B.G.Schub (Begoniaceae): anatomical and histochemical characterization.** 2022. 21f. Course Conclusion Paper (Undergraduate) – Licentiate in Biological Sciences. Goiás Federal Institute - Campus Rio Verde, Goiás. Rio Verde Goiás, 2022.

The stem apices are considered essential for the construction of the plant's body and damage to this region brings a high cost to the plants. Because it is a fragile and extremely important structure, it is common to find mechanical and chemical protective structures that provide protection or resistance against herbivores, desiccation, and solar radiation. Field observations verified the presence of a sticky secretion accumulated between the stipules of *Begonia curtii*, protecting the apical meristem, which motivated the present study. Thus, the objective of this work was to identify and characterize the secretory structures involved with the production of this secretion as well as to identify the chemical nature of this secretion. For this, samples of young leaves and stipules, covering the apical meristem of *B. curtii* were collected and submitted to the usual techniques for light microscopy and scanning electron microscopy studies. Two types of secretory structures responsible for the secretion observed in the field were identified: colleters and mucilaginous idioblasts. In the stipules, on the adaxial side, colleters were observed, which occur in clusters of three or four and rarely solitary, a pattern not yet described in the literature. In the leaf lamina there were solitary glandular trichomes, functionally called colleters, near the median vein, on the abaxial side. Mucilaginous idioblasts occur in pairs, in a mirrored fashion, both in the leaf lamina, petiole and stipules. These idioblasts are found close to the vascular bundles, and in the case of the leaf lamina, occur internal to a layer of phenolic idioblasts that contours the entire mesophyll. Accumulation of secretion was observed in the substomatal chambers, connecting the epidermis with the phenolic sheath. This pattern indicates that the secretion produced by the idioblasts is released through the stomata. The presence of mucilage both in the stipules and leaves of *B. curtii* may act in the storage of water and carbohydrates, in the water balance and in the resistance against drought, since this species inhabits soils with low water availability.

Keywords: *Begonia*; colleters, secretory idioblasts, mucilage, trichomes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – <i>Begonia curtii</i>	03
Figura 2 - Aspectos morfológicos e anatômicos das estípulas de <i>B. curtii</i>	06
Figura 3 - Caracterização anatômica e histoquímica das estípulas de <i>B. curtii</i> , em secções transversais.....	07
Figura 4 - Caracterização anatômica e histoquímica das folhas de <i>B. curtii</i> , em secções transversais.....	09
Figura 5 - Aspectos micromofológicos e anatômicos do limbo foliar e pecíolo de <i>B. curtii</i>	10

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAL E MÉTODOS	03
3. RESULTADOS	05
4. DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÃO	14
6. REFERÊNCIAS	15

1. INTRODUÇÃO

Os ápices caulinares são responsáveis pela formação do corpo do vegetal e danos nessa região acarretam um alto custo para as plantas (Coley & Kursar, 1996). Nessa região está presente o meristema apical caulinar, responsável pelo crescimento longitudinal da planta (Taiz *et al.*, 2017; Santos & Dorighello, 2021), devido à grande concentração de auxina, um fitormônio que regula o desenvolvimento vegetal (Cassel, 2021). Por ser uma estrutura frágil e extremamente importante é comum encontrar estruturas de proteção mecânica e química que proporcionam proteção ou resistência contra herbívoros, dessecação e radiação solar (Tresmondi *et al.*, 2015; Cortez *et al.*, 2021).

Estípulas, tricomas glandulares, coléteres, tricomas tectores e espinhos são exemplos de estruturas de proteção mecânica ou proteção morfológica, associadas aos meristemas apicais (Lubbock, 1899; Lusa *et al.*, 2014; Tozin *et al.*, 2016; Karabouniotis *et al.*, 2020; Cortez *et al.*, 2021). Dentre os compostos produzidos por estruturas de defesa química destacam-se a produção de compostos fenólicos, cristais e mucilagem (Karioti *et al.*, 2011; Koudounas *et al.*, 2015; de Campos *et al.*, 2021).

Devido a sua natureza higroscópica a mucilagem comumente está envolvida com proteção de estruturas em desenvolvimento, proteção contra radiação, regulação na germinação de sementes, lubrificante de pontas de raízes em crescimento e estratégia de captura de insetos em plantas carnívoras (Fahn, 1979; Thomas, 1991; Baas e Gregory 1985; Roshchina e Roshchina 1993; Paiva 2009; Mayer *et al.* 2011; Dalvi *et al.*, 2014; Tresmondi *et al.* 2017; Teixeira *et al.* 2021). Lusa *et al.* (2014) completam ainda que a deposição dessa secreção em órgãos jovens além de facilitar a retenção de água, evitando a dessecação, favorece o crescimento dos órgãos até que a planta desenvolva outros mecanismos de proteção. A produção de mucilagem em plantas, recobrando o corpo do vegetal, está geralmente associada a presença de duas estruturas secretoras externas: os coléteres e os tricomas glandulares (Fahn, 1979; Appezzato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2003).

Os coléteres são estruturas secretoras multicelulares, encontradas nos ápices de órgãos vegetativos e/ou reprodutivos ainda jovens, que produzem uma secreção pegajosa, composta principalmente por mucilagem (Fahn, 1979; Thomas, 1991; Paiva & Machado, 2006; Dalvi *et al.*, 2014) sendo reportados em cerca de 60 famílias de

angiospermas (Thomas, 1991). Essa secreção atua na proteção desses meristemas, impedindo a dessecação ou ataque de herbívoros e patógenos (Fahn, 1979; Thomas, 1991; Fernandes *et al.*, 2016). Ainda, Lersten e Horner (1968), citam uma função adicional atribuída à mucilagem atuando como substrato para o crescimento bacteriano, a fim de facilitar interações simbióticas e a importância da secreção dos coléteres de *Psychotria bacteriifila* na interação com bactérias e nódulos foliares para o estabelecimento dessas associações.

Begonia é considerado o sexto maior gênero em número de espécies das angiospermas (Kollmann, 2012), com cerca de 2.000 espécies (Moonlight *et al.*, 2018; Buenavista *et al.*, 2021) distribuídas pelos trópicos e subtropicais com enfoque maior em regiões úmidas (Clement *et al.*, 2004; Jacques, 2008; Feliciano, 2009). No Brasil, o gênero *Begonia* L., compreende cerca de 215 espécies (Kollmann, 2012).

As espécies de *Begonia* possuem estípulas persistentes ou caducas e a presença ou ausência, em diferentes partes da planta, de tricomas não glandulares e de escamas têm sido de considerável importância na sistemática das espécies ocorrentes no Brasil (Flora do Brasil, 2020). Para *Begonia*, destacam-se estudos descritivos de anatomia foliar (Rosa *et al.*, 2012; Bercu, 2017; Rodica & Răzvan, 2017), tricomas glandulares e tectores (Karpova *et al.*, 2019), anatomia caulinar (Kidner *et al.*, 2016) e a descrição de hidatódios (Brouillet *et al.*, 1987) e nectários extraflorais associados aos dentes foliares (Rios *et al.*, 2020) além dos trabalhos clássicos de Solereder (1908) e Metcalfe e Chalk (1950) com descrições de tricomas, ocorrência de idioblastos ramificados e hidatódios.

Begonia curtii L.B.Sm. & B.G.Schub. (Fig. 1) é uma espécie encontrada no Brasil, nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais (Feliciano, 2009; Kollmann, 2012). Faz parte da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção aparecendo na categoria vulnerável (CNCFLORA, 2012). Comumente ocorre em afloramentos rochosos ou solos arenosos, crescendo em locais com a presença direta do sol ou na meia sombra (Feliciano, 2009; Kollmann, 2012).

Observações pessoais de campo revelaram acúmulo de secreção, com aspecto levemente pegajoso, entre as estípulas que protegem o meristema apical, brotos laterais e as folhas em desenvolvimento de *Begonia curtii* (Fig.1). Pelo aspecto pegajoso nossa hipótese é que essa secreção é produzida por coléteres presentes nas estípulas. Assim, objetivamos investigar a estrutura anatômica de folhas e

estípulas jovens com o intuito de elucidar a origem e a composição histoquímica dessa secreção.



Figura 1. *Begonia curtii*. A-B: Local de ocorrência. C: Detalhe da inflorescência. D: Disposição das estípulas jovens como coloração esverdeada e estípulas amarronzadas, persistentes. E: Estípula jovem com secreção pegajosa translúcida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e amostragem

Estípulas de coloração esverdeada, encobrindo as folhas jovens e meristemas apicais caulinares, foram coletadas de três indivíduos de *Begonia curtii*. A espécie foi coletada no Parque Estadual de Pedra Azul (20° 23' 32" e 20° 29' 24" de latitude Sul e 40° 00' 25" e 40° 59' 29" de longitude Oeste Greenwich), localizado no município de Domingos Martins, no Espírito Santo (IEMA, 2004). O material foi fotografado, em campo, com o auxílio de um telefone celular (Samsung A51) equipado com uma câmera traseira 48MP F2.0. Após coleta, o material foi fixado em FAA (formalina 37%, ácido acético e álcool a 70%; 1:1:18 v:v:v) e estocado em álcool etílico 70% (Johansen, 1940). Ramos férteis foram depositados no Herbário do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde sob o número 1849.

Estudos anatômicos - Microscopia de luz

Parte do material estocado em etanol 70%, incluindo região basal, mediana e apical das estípulas jovens, região mediana da lâmina foliar e pecíolo, foi desidratado

em série etílica e incluída em metacrilato (Historesin, Leica Instruments, Heidelberg, Alemanha) para confecção de lâminas permanentes. Os cortes foram realizados em um micrótomo rotativo (Modelo 1508R, Logen Scientific) com 5-6µm de espessura.

Parte dos cortes foi utilizada para caracterização anatômica e outra parte foi utilizada para os testes histoquímicos. Assim, as lâminas foram coradas com azul de toluidina a 0,05% em tampão fosfato pH 4,7 (O'Brien *et al.*, 1964) ou submetidas aos seguintes reagentes histoquímicos: Xilidine Ponceau (XP) para proteínas totais (O'Brien e McCully, 1981); PAS (Ácido Periódico/Reagente de Schiff) para polissacarídeos neutros (McManus, 1948); Dicromato de Potássio para compostos fenólicos (Gabe, 1968); Reagente de Wagner para alcaloides (Furr & Mahlberg, 1981) e Vermelho de Rutênio para pectinas (Johansen, 1940). Todas as lâminas foram montadas em resina sintética (Permout, Fisher Scientific, New Jersey, EUA). As imagens foram obtidas por meio de um microscópio de luz (Modelo BX61, Olympus Optical, Tokyo, Japão) equipado com um software de captura de imagens.

Estudos micromorfológicos - Microscopia eletrônica de varredura

Folhas jovens e estípulas jovens também foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV) a partir do material fixado em FAA (formalina 37%, ácido acético e álcool a 70%; 1:1:18 v:v:v) e estocado em álcool etílico 70%. As amostras foram desidratadas em série etílica e levadas para secagem em ponto crítico (Bozzola & Russel, 1992), utilizando o equipamento CPD 020; Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein. Posteriormente, as amostras foram fixadas no stubs com fita dupla face de carbono e metalizadas no sistema para deposição de filmes de ouro (equipamento modelo Desk V, Denton Vacuum, Moorestown, EUA). A observação e a captura de imagens foram realizadas em microscópio eletrônico de varredura (MEV), JSM - 6610, Jeol, Tokyo, Japan, equipado com EDS, Thermo scientific NSS Spectral Imaging. Os estudos foram realizados no laboratório multiusuário de microscopia de alta resolução (LabMic) da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia.

3. RESULTADOS

Morfoanatomia das estípulas

Um par de estípulas opostas, uma sobrepondo a outra, ocorrem ao longo de todo o caule de *Begonia curtii* (Fig. 2A). As estípulas jovens, que recobrem os meristemas e primórdios foliares, apresentam coloração esverdeada, mas a partir do terceiro ou quarto nó se tornam amarronzadas, com aspecto de secas (Fig. 2A). No entanto, elas permanecem aderidas ao caule mesmo este estando sem as folhas nas regiões mais velhas (Fig. 2A). A secreção, visível em campo, translúcida e pegajosa (Fig. 1E), é acumulada apenas nas estípulas verdes, ou seja, nas estípulas secas a produção dessa secreção é interrompida.

Tricomas tectores alongados são observados na face abaxial da estípula na região da nervura central (Fig. 2B e C). Próximo aos tricomas tectores, na face abaxial da nervura mediana da estípula, ocorrem diminutos coléteres (Fig. 2D e E) os quais são escassos ao longo de toda a estípula.

Na região interna das estípulas, desde a base até o ápice, ocorrem numerosos coléteres (Fig. 2F e G) os quais ocorrem frequentemente em grupos de três ou quatro (Fig. 2G e H) ou raramente isolados (Fig. 2I). Acúmulo de secreção (Fig. 2I) recobrimo essas estruturas bem como rompimento da cutícula (Fig. 2J) foi observado. Essas glândulas possuem um pedúnculo unisseriado, composto por cerca de três a quatro células e uma porção secretora multicelular (Fig. 2K-M). As células da porção secretora possuem citoplasma denso e secreção acumulada nos espaços intercelulares (2K e L). Os testes histoquímicos, utilizando o ácido periódico de Schiff, detectaram a presença de polissacarídeos gerais nessa porção (Fig. 2M).

Em corte transversal, as estípulas de *B. curtii*, recobrimo as folhas (Fig. 3A), apresentam uma fina camada de cutícula e epiderme uniestratificada (Fig. 3B). O mesofilo é repleto de idioblastos secretores os quais se localizam na região mediana e concentrados, próximos aos feixes vasculares (Fig. 3B-D). Os idioblastos ocorrem geralmente aos pares, como estruturas espelhadas; possuem parede celular espessada, um núcleo evidente com estriações concêntricas (Fig. 3E e F). Aparentemente há conexão entre as duas células formando pequenos canalículos (Fig. 3E e F). Os testes histoquímicos evidenciaram que a natureza da secreção é mucilagínosa evidenciada tanto no material corado com Azul de Toluidina (Fig. 3B, C

e E), como na reação com ácido periódico de Schiff (Fig. 3D e F) e Vermelho de Rutênio.

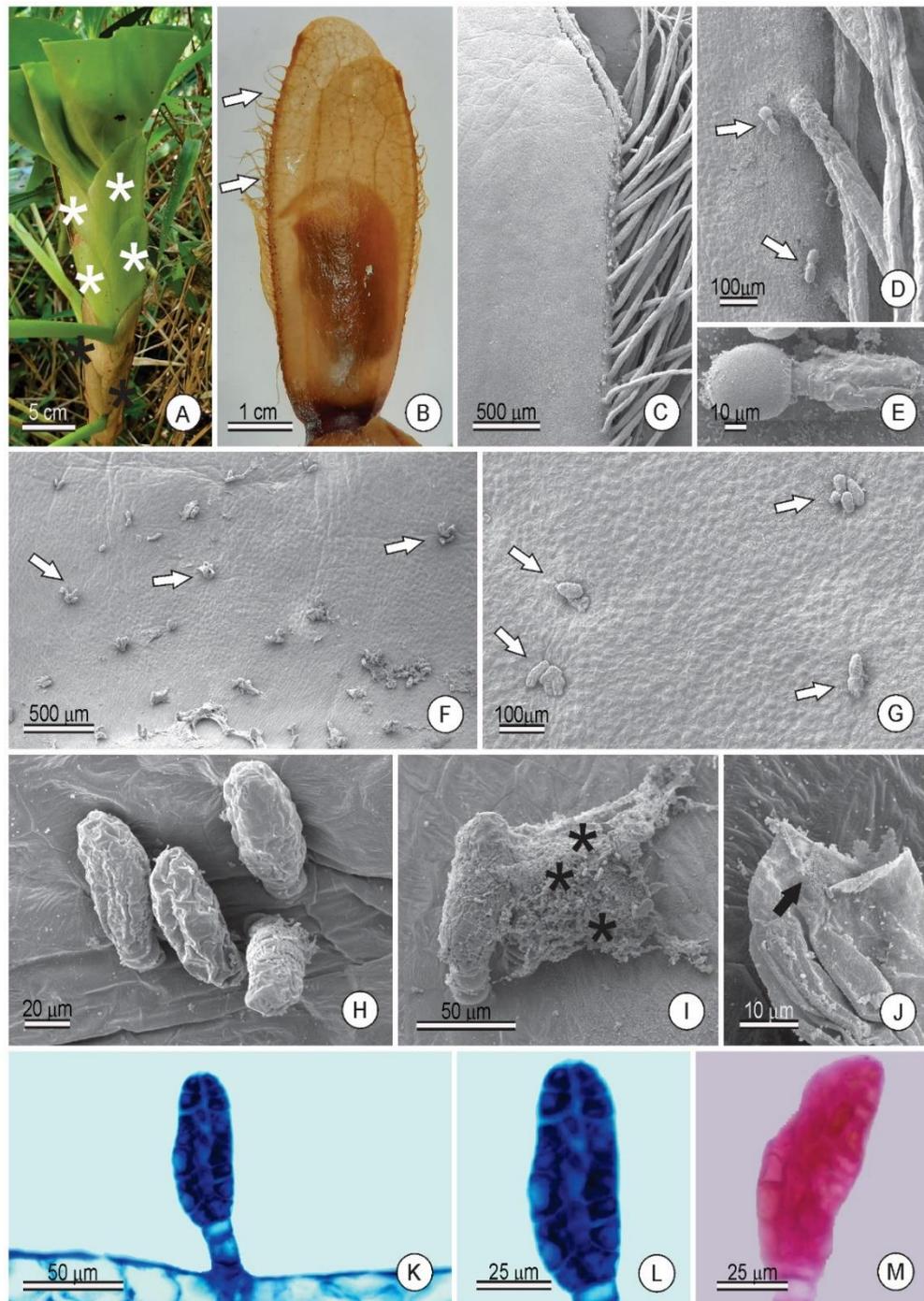


Figura 2. Aspectos morfológicos e anatômicos das estípulas de *B. curtii*. A: Foto de campo evidenciando as estípulas verdes no primeiro e segundo nó. B: Tricomas tectores na face abaxial da nervura mediana da estípula em estereomicroscópio e microscopia eletrônica de varredura C-E: Coléteres na face abaxial da nervura mediana da estípula em microscopia eletrônica de varredura (MEV). F-M: Coléteres na face interna das estípulas F-J: MEV. F e G: Distribuição dos coléteres. H: Ocorrência dos coléteres em grupos de três a quatro. I: Secreção pegajosa. J: Rompimento da cutícula. K-L, Seção longitudinal do coléter corado com Azul de Toluidina. Note a porção secretora com acúmulo de secreção e o pedúnculo. M: Reação positiva para polissacarídeos gerais na porção secretora do coléter, utilizando o ácido periódico de Schiff (PAS).

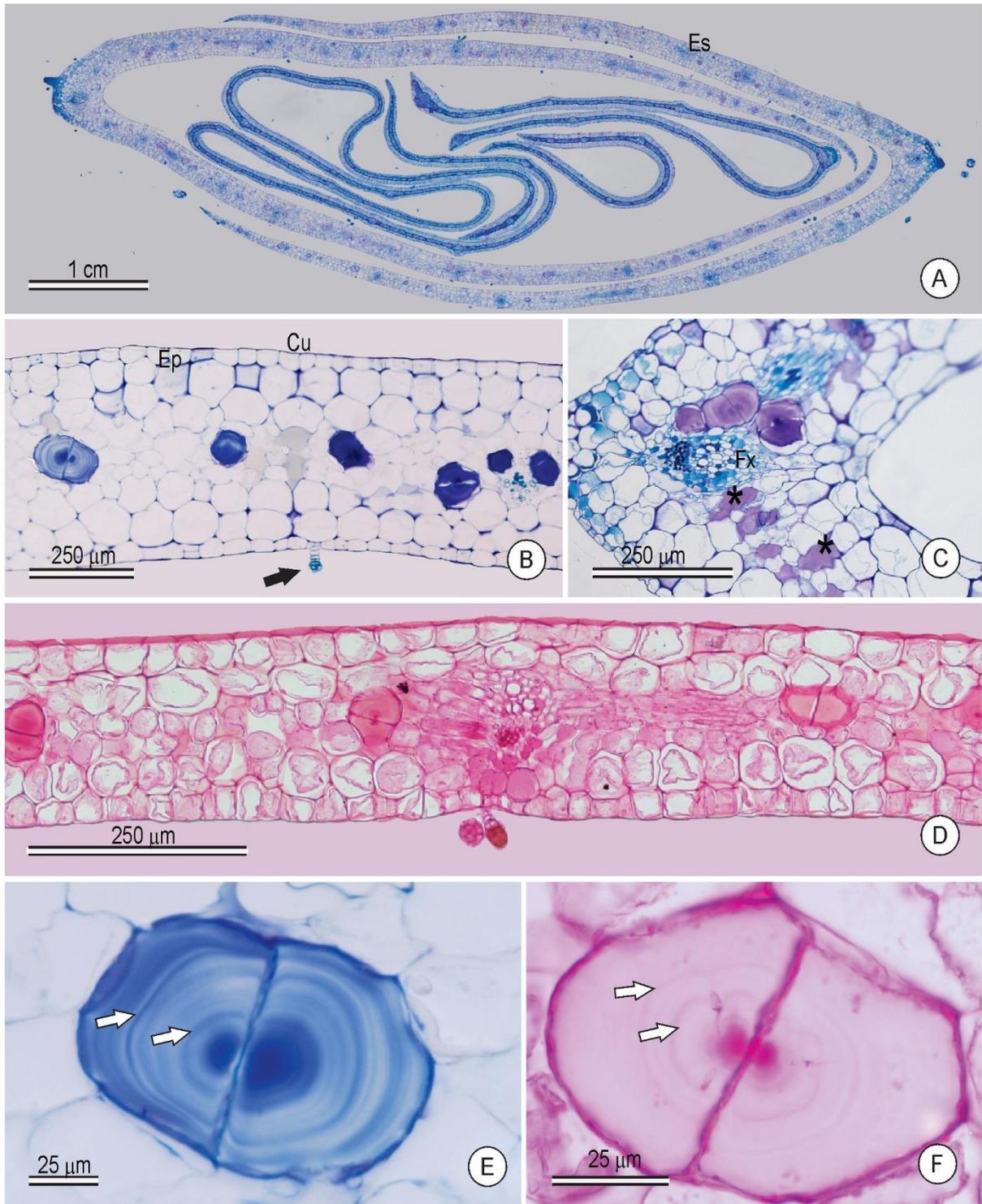


Figura 3. Caracterização anatômica e histoquímica das estípulas de *B. curtii*, em secções transversais. A-C e E: Coloração com Azul de Toluidina. D e F: Reação com PAS. A: Disposição da folha recoberta pelas duas estípulas. B: Detalhe da estípula, evidenciando cutícula delgada. Note coléter do tipo tricoma (seta preta) e idioblastos ao longo do mesofilo. C: Secreção mucilaginosa nos idioblastos e entres espaços celulares (asterisco preto) próximos aos feixes vasculares. Fx: feixe vascular. Ep: epiderme; Cu: cutícula. E e F: Detalhe dos idioblastos com lamelas (setas), acúmulo de secreção, parede celular espessa e núcleo bem evidente. F: Reação positiva em teste com Vermelho de Rutênio.

Morfoanatomia das folhas

Como as folhas jovens são encobertas totalmente pelas estípulas, em corte transversal, elas apresentam-se dobradas (Fig. 3A). A epiderme é unisseriada, no entanto, há um aumento no número de camadas subepidérmicas se compararmos a porção basal da lâmina foliar (Fig. 4A) com a porção mediana (Fig. 4B-F). Pode-se observar uma bainha de fenólicos, comprovada pelo teste com Dicromato de potássio (Fig. 4F), contornando o mesofilo. Internamente a bainha ocorrem idioblastos secretores com as mesmas características dos que ocorrem na estípula (Fig. 4D, E, G e H).

Espaços intercelulares, preenchidos com mucilagem, são formados abaixo das células de idioblastos fenólicos, formando canais entre a porção das células de idioblastos fenólicos até as células da epiderme (Fig. 4E, H). Na porção terminal dos espaços intercelulares foi identificado a presença de células estomáticas (Fig. 4E e I). Esses canais ficam voltados apenas para a região de contato da folha com a estípula. Nessa face da lâmina foliar (abaxial) coléteres podem ser observados tanto em microscopia eletrônica de varredura (Fig. 5A-C) como em microscopia de luz (Fig. 5D). Esses coléteres ocorrem em suaves depressões (Fig. 5A) e são multicelulares (Fig. 5D). Por fim, a ocorrência dos idioblastos secretores de mucilagem não é restrita à lâmina foliar jovem e à estípula, sendo também observados no pecíolo (Fig. 5E e F).

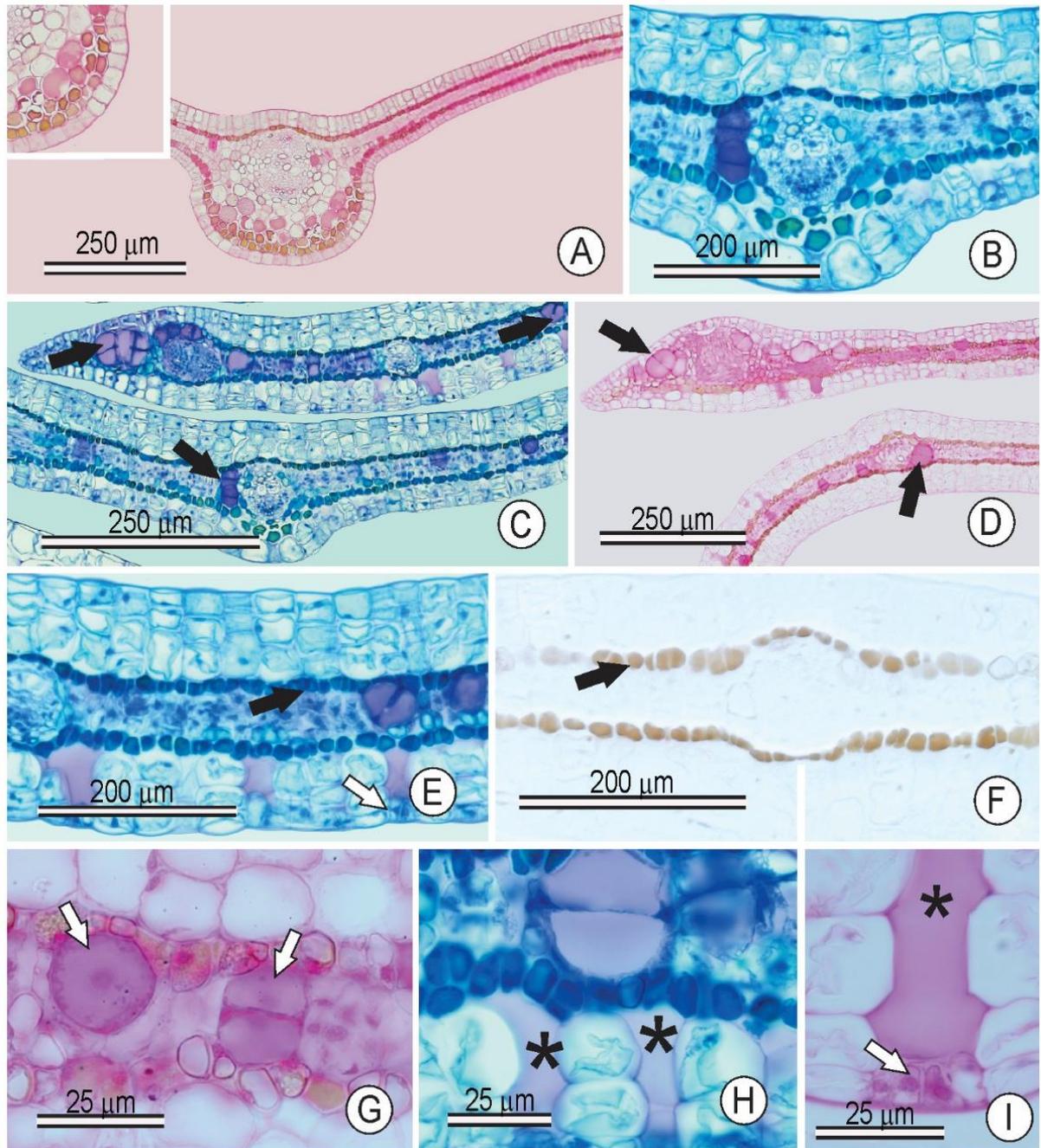


Figura 4. Caracterização anatômica e histoquímica das folhas de *B. curtii*, em secções transversais. A-H: Presença da bainha de compostos fenólicos. A: Região da nervura com detalhe da epiderme unisseriada. B: Presença de células subepidérmicas na região acima da bainha de fenólicos. C e D: Acúmulo de secreção mucilaginosa nos idioblastos. E: Bainha de compostos fenólicos. Note ainda acúmulo de secreção nos espaços intercelulares desde a bainha até as células do estômato (seta branca). F: Teste positivo para compostos fenólicos utilizando Dicromato de Potássio. G: Detalhe dos idioblastos secretores. H e I: Secreção acumulada nos espaços intercelulares voltados para a face abaxial da lâmina foliar (asterisco preto). I: Presença de estômatos na região dos espaços intercelulares (seta branca).

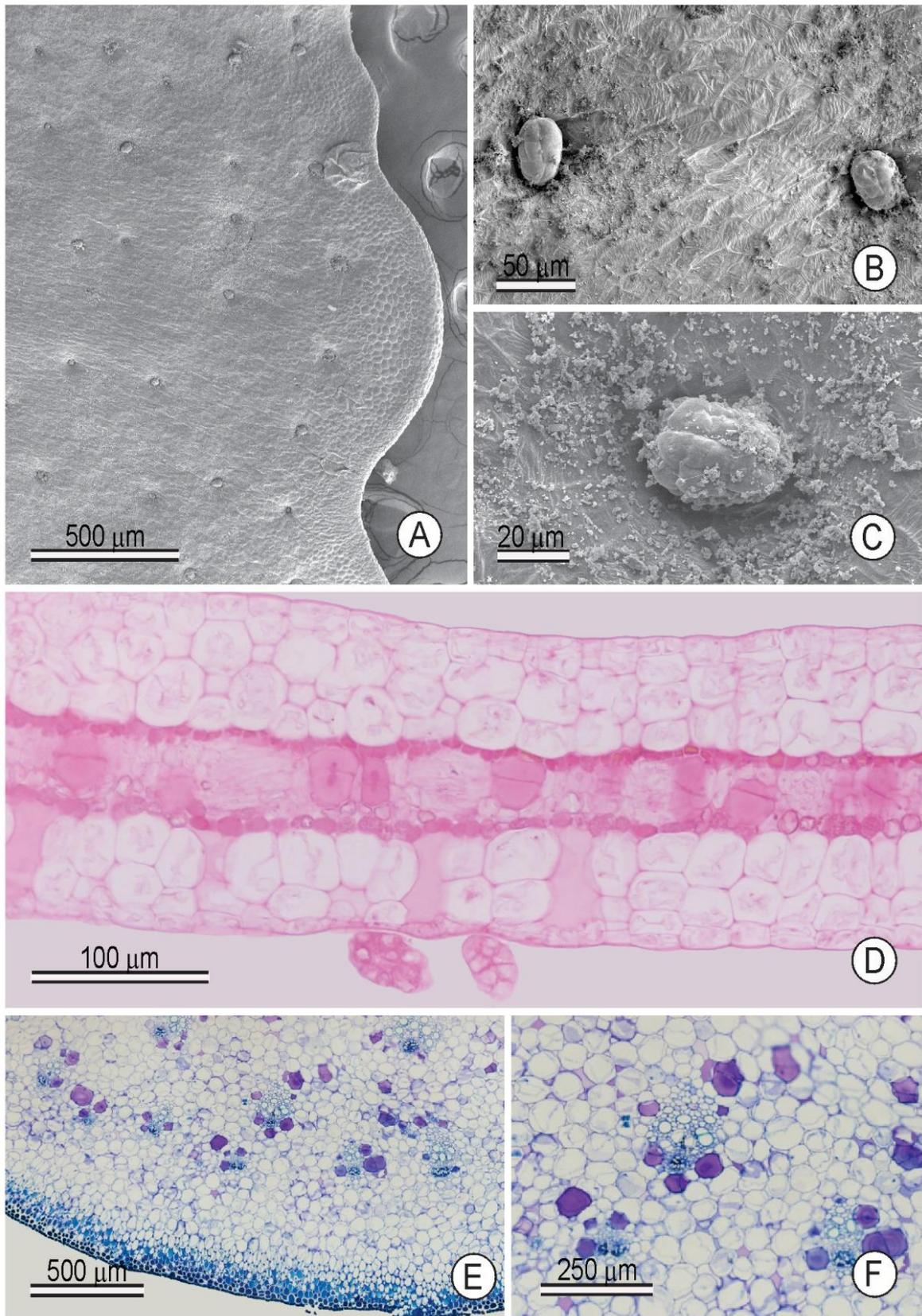


Figura 5. Aspectos micromofológicos e anatômicos do limbo foliar e pecíolo de *B. curtii*. A-C: Microscopia eletrônica de varredura (MEV). A: Distribuição dos coléteres na superfície abaxial do limbo foliar. B: Coléteres ocorrendo em depressões da lâmina foliar. C: Secreção pegajosa envolvendo o coléter. D: Reação com PAS. Note coléteres multicelulares na face abaxial da lâmina foliar. E-F: Presença de idioblastos secretores próximo aos feixes vasculares ao longo do pecíolo.

4. DISCUSSÃO

Com base nas análises micromorfológicas e histoquímicas identificamos duas principais estruturas secretoras associadas com a secreção pegajosa, que recobre as folhas jovens de *Begonia curtii*: coléteres e idioblastos.

Um fato interessante registrado para *B. curtii* é a disposição desses coléteres, os quais ocorrem em grupos de três a quatro, na face adaxial, ao longo de toda a estípula. Não há registros desse tipo de agrupamento para coléteres na literatura. Os coléteres comumente são encontrados na face adaxial de estípulas, mas também podem ocorrer em pecíolos, lâminas foliares, brácteas, cálice, corola bem como em dentes foliares (Uphof, 1962; Fahn, 1979; Wilkinson, 1979; Thomas, 1991; Mayer *et al.*, 2011; Macêdo *et al.*, 2016; Almeida e Paiva, 2019). A distribuição e arranjo de coléteres possuem importância taxonômica para diversas famílias incluindo Rubiaceae (Lopes-Mattos *et al.*, 2015), Apocynaceae (Woodson & Moore 1938; Simões *et al.*, 2006) e Rhizophoraceae (Sheue *et al.*, 2013). Sendo assim, outras espécies de *Begonia* podem ser investigadas para comprovar se esse padrão se repete no gênero ressaltando sua relevância para a taxonomia. Ademais, em *B. curtii*, ocorrem tricomas glandulares na face abaxial, tanto do limbo foliar quanto nas estípulas, os quais funcionalmente podem ser considerados coléteres.

A composição da secreção dos coléteres de *B. curtii* é pegajosa e de natureza polissacarídica, padrão típico encontrado em coléteres (Fahn, 1979; Thomas *et al.*, 1989; Thomas & Dave, 1990; Thomas, 1991; Evert, 2006). A mucilagem atua na proteção contra a dessecação de estruturas foliares em desenvolvimento (Ribeiro *et al.*, 2017) e também, na lubrificação entre superfícies de contato das folhas jovens enroladas (Meyberg, 1988). Além disso, Mayer *et al.* (2013), analisando flores de café, relatam que o exsudato produzido pelos coléteres, funciona como adesivo para manter as pétalas juntas e a flor fechada, evitando a desidratação. Essas funções acima descritas, podem ser atribuídas à secreção estipular de *B. curtii*, assim como, a secreção oriunda da folha jovem, uma vez que, a espécie ocorre em afloramentos rochosos e montanhosos da mata atlântica, ambiente caracterizado pela baixa capacidade de retenção de água no solo. Além disso, suas folhas quando jovens, permanecem enroladas dentro da estípula, o que reforça o papel da secreção na lubrificação dessas estruturas, a fim de facilitar o desenvolvimento até que essa folha fique totalmente expandida.

A secreção sintetizada pelos coléteres pode ser liberada por diferentes vias, sendo o rompimento cuticular observado em *B. curtii*. Provavelmente a secreção acumulada no espaço estabelece uma pressão que culmina com o rompimento da cutícula, processo já relatado em outras espécies (Mercadante-Simões & Paiva, 2013; Miguel *et al.*, 2016; Paiva, 2016; Silva *et al.*, 2017).

Os idioblastos, por sua vez, foram observados tanto nas estípulas, como no limbo foliar e no pecíolo de *B. curtii*. Os idioblastos de *B. curtii* possuem uma estrutura peculiar pois são constituídos por duas células grandes, espelhadas, com um núcleo bem evidente e presença de lamelas bem definidas armazenando a secreção. Solereder (1908) descreveu, em Begoniaceae, uma estrutura semelhante, com duas células descalcificadas formando estrias concêntricas e radiais contendo massas gelatinosas, em corte a fresco, as quais ele chamou de cistólitos. Para Welle (1980), cistólito consiste de um corpo celulósico impregnado com carbonato de cálcio, sendo assim, células com a presença de cálcio em sua composição. Considerando que os idioblastos são caracterizados por possuírem células maiores do que as células adjacentes, que ocorrem isoladas e podem conter taninos, mucilagem, óleos essenciais, resinas ou uma mistura de todos estes secretados (Fahn, 1979; Kronstedt-Robards & Robards, 1991; Evert, 2006; Ascensão, 2007), a correta terminologia para essas estruturas em Begoniaceae seria idioblastos e não cistólitos.

A secreção produzida pelos idioblastos nas folhas de *B. curtii* fica armazenada em espaços intercelulares na face abaxial voltada para a face adaxial da estípula. Para Ascensão (2007), o espaço intercelular é formado entre as células mais internas pelo processo de esquizogenia, que atua na degradação das pectinas da lamela média, ou então, pelo processo de lisigenia onde ocorre autólise de uma ou mais células secretoras; ou até mesmo um misto dos dois processos terminando em autólise de células glandulares. Os espaços intercelulares encontrados no presente estudo são localizados logo abaixo da bainha de compostos fenólicos, excluindo então a possibilidade de o processo ocorrer de forma mista conforme citado pelo autor, pois a célula secretora permanece intacta segundo observações neste estudo.

Possivelmente a secreção produzida pelos idioblastos mucilaginosos atravessa pequenos espaços entre os idioblastos de fenólicos da folha e ocupa esses espaços intercelulares sendo extravasado externamente por aberturas na face abaxial da folha onde estão presentes os estômatos. Tal hipótese pode ser confirmada pois foi possível observar a presença de secreção nos espaços das câmaras subestomáticas.

De acordo com Jordaan e Kruger (1992) a presença de mucilagem nos diferentes órgãos vegetais, pode ser ecologicamente importante para a conservação da hidratação em plantas. A presença de mucilagem em *B. curtii* foi observada tanto em estruturas secretoras externas, quanto nos idioblastos. As funções da mucilagem são amplamente estudadas e podem estar relacionadas principalmente por sua característica altamente hidrofílica associada a secreção em órgão foliares tais como na lubrificação e proteção de estruturas ou órgãos em desenvolvimento, reserva de carboidratos, redução da transpiração e proteção contra herbivoria (Fahn, 1979; Gregory & Baas, 1989; Roshchina & Roshchina, 1993; Clifford *et al.*, 2002; Martini *et al.*, 2003; Pimentel *et al.*, 2011; Tresmondi *et al.*, 2015).

Compostos fenólicos estão distribuídos ao longo de todo o mesofilo das folhas internas à estípula de *B. curtii*. A presença desse composto pode estar relacionada a defesa química do órgão como inseticida, microbicida, sinalização entre plantas, atração de polinizadores e ainda proteção contra radiação solar (Bieza & Lois, 2001; Shahidi & Naczki, 2003; Vizzoto *et al.*, 2010). Zuanazzi & Montanha (2000) e Alcaraz & Carvalho (2004) afirmaram que esses metabólitos podem agir como antivirais, antimicrobianos e antioxidantes, aumentando ainda mais a necessidade de estudos dessa espécie não somente para caracterização desses compostos, mas também análises farmacológicas.

A descrição de tricomas glandulares e não glandulares para a ordem Cucurbitales, bem como para o gênero é muito comum, sendo importante para a taxonomia das espécies de *Begonia* (Fellerer, 1892; Lee, 1973; Doorenbos *et al.*, 1998; Jacques, 2002; Kollmann, 2008; Chavez-Garcia & Vazquez-Santana, 2012; Rosa *et al.*, 2012; Flora do Brasil, 2020; Zanotti, *et al.*, 2020). Faz-se necessário estudos com outras espécies de *Begonia*, a fim de investigar se a ocorrência de coléteres e idioblastos mucilaginosos é comum no gênero.

5. CONCLUSÃO

Confirmamos nossa hipótese de que a secreção observada em campo, recobrando os ápices vegetativos de *B. curtii* é proveniente pelo menos, em parte da atividade secretora dos coléteres. Além de descrevermos pela primeira vez os coléteres no grupo, constatamos que a secreção também é proveniente dos idioblastos mucilaginosos, ou seja, a secreção observada provém tanto de estruturas secretoras externas como de estruturas secretoras internas. A anatomia peculiar dos idioblastos foi descrita e os mecanismos de liberação de secreção para o meio externo, por meio dos estômatos, foi sugerido.

6. REFERÊNCIAS

- ALCARAZ, M. J.; CARVALHO, J. C. T. Flavonóides como agentes antiinflamatórios. In: CARVALHO, J.C.T. **Fitoterápicos antiinflamatórios: aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas**. Ribeirão Preto: Tecmedd, p.79-100. 2004.
- ALMEIDA, A. L.; Paiva E. A. S. Colleters in *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae): Anatomy and biology of the secretory process. **Flora**, v. 258, p. 151439. 2019.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Ed.). **Anatomia Vegetal**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa Ltda., 2003. 438p.
- ASCENSÃO, L. **Estruturas secretoras em plantas. Uma abordagem morfoanatômica. Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas**. Curso TeóricoPrático, p. 19-28. Centro de Biotecnologia Vegetal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 2007.
- BAIKOVA, E. V. *et al.* Structural features of trichomes and leaf epidermis of *Begonia grandis* (Begoniaceae). **Turczaninowia**. v. 23, n. 2, p. 120-130, 2020.
- BENTHAM, G.; HOOKER, J. D. *Genera plantarum*, vol. 3, part 2. **Reeve, London**, 1883.
- BERCU, R. Anatomical Aspects of *Begonia hydrocotylifolia* Otto Ex Hook. (Begoniaceae) Leaf. **Annals of the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series**, v. 47, n. 2, p. 44-50, 2017.
- BIEZA, K.; LOIS, R. An Arabidopsis mutant tolerant to lethal ultraviolet-B levels shows constitutively elevated accumulation of flavonoids and other phenolics. **Plant Physiology**. V. 126, p. 1105-1115. 2001.
- BOZZOLA, J.J. & RUSSEL, L.L.D. **Electron microscopy**. Boston, Jones and Bartlett Publishers, 1992.
- BROUILLET, L. *et al.* Les hydathodes des genres *Begonia* et *Hillebrandia* (Begoniaceae). **Canadian Journal of Botany**, v. 65, n. 1, p. 34-52, 1987.
- BUENAVISTA, D., ANG, Y. P., PRANADA, MC. A. K., SALAS, D. S., MOLLEE, E., & McDONALD, M. *Begonia bangsamoro* (Begoniaceae, section *Petermannia*), a new species from Mindanao Island, the Philippines. **Phytotaxa**, v. 497, n. 1, p. 39-48, 2021.
- CASSEL, J. L. *et al.* Auxin action on soybean plants. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 3, p. 4628-4643, 2021.

CHASE, Mark W. *et al.* Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcl*. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 528-580, 1993.

CHÁVEZ-GARCÍA, E.; VÁZQUEZ-SANTANA, S. Morfología floral y embriología de *Begonia gracilis* (Begoniaceae): su relevancia en la monoecia. **Botanical Sciences**, v. 90, n. 4, p. 367-380, 2012.

CLEMENT, W. L. *et al.* Phylogenetic position and biogeography of *Hillebrandia sandwicensis* (Begoniaceae): a rare Hawaiian relict. **American Journal of Botany**, v. 91, n. 6, p. 905-917, 2004.

CLIFFORD, S.C.; *et al.* Mucilages and polysaccharides in *Ziziphus* species (Rhamnaceae): localization, composition and physiological roles during drought-stress. **Journal of Experimental Botany**. v. 53, p. 131-138. 2002

CNCFlora. *Begonia curtii* In **Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Begonia_curtii>. Acesso em 27 de Jan de 2022.

COLEY, P. D.; KURSAR, T. A. Causes and consequences of epiphyll colonization. In: **Tropical forest plant ecophysiology**. Springer, Boston, MA. p. 337-362, 1996.

CORTEZ, P. A. *et al.* Strategies for the protection of shoot buds in phanerophyte and geophyte species of *Homalolepis* Turcz. (Simaroubaceae, Sapindales). **Brazilian Journal of Botany**, p. 1-17, 2021.

DALVI, V. C., CARDINELLI, L. S., MEIRA, R. M. S. A., & AZEVEDO, A. A. Foliar colleters in *Macrocarpaea obtusifolia* (Gentianaceae): anatomy, ontogeny, and secretion. **Botany**, v. 92, n.1, p. 59-67, 2014.

DE CAMPOS, B. H. *et al.* Epicormic bud protection traits vary along a latitudinal gradient in a neotropical savanna. **The Science of Nature**, v. 108, n. 2, p. 1-16, 2021.

DOORENBOS, J. *et al.* The sections of *Begonia* including descriptions, keys and species lists. **Agricultural University**, Wageningen. 1998.

EVERT, R. F. *Esau's Plant Anatomy. Meristems, Cells and Tissues of the Plant Body: Their Structure, Function and Development*. 3 ed., Wiley, New Jersey. 2006.

FAHN, A. Structure and function of secretory cells. **Advances in Botanical Research**, v. 31, p. 37-75, 2000.

FAHN, A. **Secretory Tissues in Plants**. London: Academic Press. p. 302, 1979.

FELLERER, C. **Anatomie und Systematik der Begoniaceen**. Germany. 1982.

FELICIANO, C. D. **Flora de Minas Gerais - Begoniaceae**. 2009. 143 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FERNANDES V. F, THADEO M., DALVI V. C., MARQUETE R., MEIRA R. M. S. A., Colleters in Casearia (Salicaceae): a new interpretation for the theoid teeth, **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 4, p. 682–691, 2016.

FLORA DO BRASIL 2020. *Begonia* L. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 9 de Mar de 2022.

FURR, M., & MAHLBERG, P.G. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. **Journal of Natural Products**, v. 44, p. 153-159, 1981.

GABE, M. **Techniques Histologiques**. Masson & Cie, Paris, 1968.

GREGORY, M. & BAAS, P. Mucilage cells in dicotyledons. **Israel Journal of Botany**. v. 38, p. 125-174. 1989.

IEMA (Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos). **Plano de Manejo do Parque Estadual da Pedra Azul**. Espírito Santo, 2004. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/Unidades%20de%20Conserva%C3%A7%C3%A3o/Plano_Manejo%20Pedra%20Azul-compactado.pdf>. Acesso em: 30 de Dez de 2021.

JACQUES, E. L. *Begonia lunaris* E.L.Jacques (Begoniaceae), uma nova espécie para o Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, n. 1, p. 259-263, 2008.

JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. Mc Graw-Hill Book Co. Inc., New York, 1940.

JORDAAN, A.; KRUGER, H. Structure of xerophytic plants from Southern Africa leaf anatomy of *Antizoma miersiana* and *Diospyros ramulosa*. **Israel Journal of Botany**, v. 41, n. 2, p. 57-65, 1992.

JUDD, Walter S. *et al.* **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético**. Artmed Editora, 2009.

KARABOUNIOTIS, G., LIAKOPOULOS, G., NIKOLOPOULOS, D., BRESTA, P. Protective and defensive roles of non-glandular trichomes against multiple stress: structure-function coordination. **J. FOR. Res.** v. 31, p. 1-12, 2020.

KARIOTI A.; TOOULAKOU G.; BILIA A. R.; PSARAS G. K.; KARABOURNIOTIS G.; SKALTSAA H. Erinea formation on *Quercus ilex* leaves: anatomical, physiological and chemical responses of leaf trichomes against mite attack. **Phytochemistry**, v. 72, p. 230–237, 2011.

KARPOVA, E. A. *et al.* Phenolic compounds and antimicrobial properties of *Begonia grandis* Dryand. subsp. *grandis* leaves. **Botanica Pacifica: a journal of plant science and conservation**, v. 8, n. 2, p. 51-61, 2019.

KIDNER, C. *et al.* First steps in studying the origins of secondary woodiness in *Begonia* (Begoniaceae): combining anatomy, phylogenetics, and stem transcriptomics. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 117, n. 1, p. 121-138, 2016.

KOLLMANN, L. J. C. Duas novas espécies de *Begonia* (Begoniaceae) do Espírito Santo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, p. 155-160, 2008.

KOLLMANN, L. J. C. **Diversidade, Biogeografia e Conservação das Begoniaceae do Estado do Espírito Santo, Brasil**. 2012. 239 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2012.

KOUDOUNAS, K.; MANIOUDAK, M. E.; KOURTI, A.; BANILAS, G.; HATZOPOULOS, P. Transcriptional profiling unravels potential metabolic activities of the olive leaf non-glandular trichome. **Front Plant Sci.** v. 6, p. 633, 2015.

KRONESTEDT-ROBARDS, E.; ROBARDS, AW. Exocytosis in gland cells. **Endocytosis, exocytosis and vesicle traffic in plants**. p. 199-232, 1991.

LEE, Y. S. A study of stem anatomy in *Begonia*. 1973. Dissertação de Mestrado. Northeastern University. 1973.

LERSTEN, N. R. Morphology and distribution of colleters and crystals in relation to taxonomy and symbiosis of the bacterial leaf nodule of *Psychotria* (Rubiaceae). **Sou. J. Bot.** v. 61, n. 9, p. 973-981. 1974.

LERSTEN, N. R. & HORNER, H. T. Jr. Development, structure and function of secretory trichomes in *Psychotria bacteriophila* (Rubiaceae). **American Journal of Botany**. v. 55, p. 1089-1099, 1968.

LOPES-MATTOS, K. L. B. *et al.* Colleters in 10 species belonging to three tribes of Rubiaceae: morphoanatomical diversity and potential as useful characters for taxonomy. **Botany**. v.93, p.425–434. 2015.

LUBBOCK, J. **On buds and stipules**. K. Paul, Trench, Trübner & Co., London, UK, 1899.

LUSA, M. G. *et al.* Trichomes related to an unusual method of water retention and protection of the stem apex in an arid zone perennial species. **AoB Plants**, v. 7, 2014.

MACÊDO, T. P, CORTEZ P. A, COSTA L. C. B. First record of colleters in *Zanthoxylum Linn.* species (Rutaceae Juss., Sapindales): structural, functional and taxonomic considerations. **Flora**, v. 224, p. 66-74. 2016.

MARTINI, M. H.; LENCI, C. G. & TAVARES, D. Q. 2003. Mucilage pockets in cotyledon tissue of *Theobroma speciosum*. **Acta Microscopica**. v. 12, p. 65-69. 2003.

MAYER, J. L. S.; CARDOSO-GUSTAVSON, P., e APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Coléteres em monocotiledôneas: Novo registro para Orchidaceae. **Flora**, v. 206, n. 6, p. 185-190. 2011.

MAYER, J. L. S.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; MAZZAFERA, P. A functional role for the colleters of coffee flowers. **AoB Plants**, v. 5, 2013.

METCALFE, C. R. & CHALK, L. Begoniaceae. In: Anatomy of the dicotyledons, vol. 1. **Clarendon Press, Oxford**. p. 691–695, 1950.

McMANUS, J. F. A. Histological and histochemical uses of periodic acid. **Stain Technology**, v. 23, p. 99-108, 1948.

MOONLIGHT, P. W.; ARDI, W. H.; PADILLA, L. A.; CHUNG, K.; FULLER, D.; GIRMANSYAH, D.; HUGHES, M. Dividing and conquering the fastest-growing genus: Towards a natural sectional classification of the mega-diverse genus *Begonia* (Begoniaceae). **Taxon**, v. 67, n. 2, p. 267–323, 2018.

O'BRIEN, T. P.; & MCCULLY, M. E. The study of plant structure principles and selected methods. **Termarcarphyty**. Ltda, Melbourne, 1981.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; & MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma**, v. 59, p. 368-373, 1964.

PAIVA, E. A. S.; RODRIGUES, S. R. *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae-Caesalpinioideae) colleters. **Revista de Biologia Tropical**, v. 54, n. 3, p. 943-950, 2006.

PIMENTEL, R. R.; MACHADO, S. R.; ROCHA, J. F. Mucilage-secreting structures of *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae): distribution, morphoanatomical and histochemical characterization. **Rodriguésia**, v. 62, p. 253-262, 2011.

RIBEIRO, J. C.; FERREIRA, M. J. P.; & DEMARCO D. Colleters in Asclepiadoideae (Apocynaceae): protection of meristems against desiccation and new functions assigned. **International Journal of Plant Sciences**. v. 178, p. 465-477, 2017.

RIOS, A. B. M.; MENINO, G. C. O.; DALVI, V. C. Leaf teeth in eudicots: what can anatomy elucidate?. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 193, n. 4, p. 504-522, 2020.

RODICA, B.; RĂZVAN, P. D. Anatomy of *Begonia fisheri* Schrank (Begoniaceae) Leaf. **Annals of the University of Craiova**, v. 22, n. 58, p. 383-388, 2017.

RODRIGUEZ, E.; HEALEY, P. L.; MEHTA I. **Biology and chemistry of plant trichomes**. Plenum Press, New York, 1984.

ROSA, D., MERCADO, M. I., ÁRAOZ, V. M. C., RUIZ, A. I., & PONESSA, G. I. Morfología y anatomía de dos variedades de *Begonia cucullata* (Begoniaceae) comercializadas como «agrial» en Paraguay. **Lilloa**, p. 87-97, 2012.

SANTOS, C. V. D., & DORIGHELLO, F. A. **Influência da remoção do meristema apical na produtividade de diferentes variedades de soja**, 2021.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Phenolics in foods and nutraceuticals. **Boca Raton: CRC Press**, p. 576. 2003.

SHEUE, C. R. *et al.* Comparative systematic study of colleters and stipules of Rhizophoraceae with implications for adaptation to challenging environments. **Bot. J. Linn. Soc.** v.172, p.449–464. 2013.

SIMÕES, A. O. *et al.* Calycine colleters of seven species of Apocynaceae (Apocynoideae) from Brazil. **Bot. J. Linn. Soc.** v.152, p.387–398. 2006.

SOLEREDER, H. Systematic anatomy of the dicotyledons: a handbook for laboratories of pure and applied botany. **Clarendon Press**, 1908.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

THOMAS, V.; & DAVE, Y. Structure and necrosis of colleters stipulate in *Mitragyna parvifolia* (Rubiaceae). **Bel. J. Bot.** v.123, p.67-72. 1990.

THOMAS, V. *et al.* Anatomy and histochemistry of colleters in *Roupelia grata* (Apocynaceae). **North. J. Bot.** v.8, n.5, p.493-496. 1989.

THOMAS, V. Structural, functional and phylogenetic aspects of the colleter. **Annals of Botany**, v. 68, n. 4, p. 287-305, 1991.

TOZIN, L. R. dos S.; RODRIGUES, T. M. Morphology and histochemistry of glandular trichomes in *Hyptis villosa* Pohl ex Benth. (Lamiaceae) and differential labeling of cytoskeletal elements. **Acta Botanica Brasilica**, v. 31, p. 330-343, 2016.

TRESMONDI, F. *et al.* Morphology, secretion composition, and ecological aspects of stipular colleters in Rubiaceae species from tropical forest and savanna. **The Science of Nature**, v. 102, n. 11, p. 1-15, 2015.

TRESMONDI, Fernanda *et al.* Colleters in Rubiaceae from forest and savanna: the link between secretion and environment. **The Science of Nature**, v. 104, n. 3, p. 1-12, 2017.

UPHOF, J. C. Plant hairs encyclopedia of plant anatomy IV. **Borntraeger, Berlin**, 1962.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. **Embrapa Clima Temperado-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.

WELLE, B. J. H. Cystoliths in the xylem of the *Sparattanthelium* (Hernandiaceae). **IAWA Bulletin**. v. 1, p. 43-48. 1980.

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

WILKINSON, H.P. The plant surface (mainly leaf). In: Metcalfe, C.R. e Chalk, L. (eds.), Anatomy of the dicotyledons. **Clarendon Press, Oxford**. 1979.

WOODSON, R.E; & MOORE, J.A. The vascular anatomy and comparative morphology of apocynaceous flowers. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**. v.65, p.135-165. 1938.

ZANOTTI, C. A.; KOLLMANN, L. J. C.; KELLER, H. A. Nuevo registro de *Begonia inermis* (Begoniaceae) para la Flora Argentina y un nuevo sinónimo de *B. fischeri*. **Bol. Soc. Argent. Bot.**, v. 55, n. 3, p. 1-10. 2020.

ZUANAZZI, J. A. S.; MONTANHA, J. A. Flavonóides. In: SIMÕES, C.M.O. *et al.* (Orgs.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, p.577-614. 2000.