

MARCELA THADEO

**ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE FLACOURTIACEAE
(SLEUMER 1980)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

T363a Thadeo, Marcela, 1977-
2007 Anatomia foliar de espécies de Flacourtiaceae (Sleumer
1980) / Marcela Thadeo. – Viçosa, MG, 2007.
xiii, 108f. : il. col. ; 29cm.

Orientador: Renata Maria Strozi Alves Meira.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Flacourtiaceae - Anatomia. 2. Flacourtiaceae -
Classificação. 3. Histoquímica. 4. Células vegetais.
5. Secreção. 6. Botânica - Mata, Zona da (MG).
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 571.323625

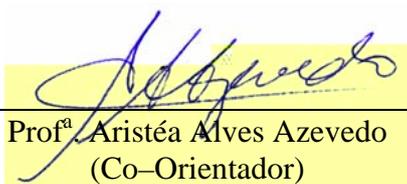
MARCELA THADEO

ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE FLACOURTIACEAE

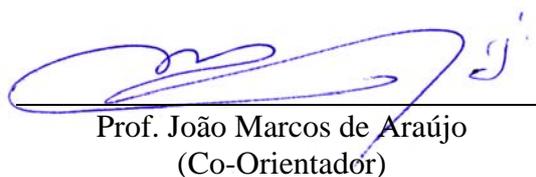
(SLEUMER 1980)

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 03 de abril de 2007.



Prof.ª Aristéa Alves Azevedo
(Co-Orientador)



Prof. João Marcos de Araújo
(Co-Orientador)



Prof. Élder A. de Sousa Paiva



Prof.ª Roseli B. Torres



Prof.ª Renata M. Strozi Alves Meira
(Orientadora)

*Aos meus pais,
“que me deram chão e asas,
tudo que se pode dar para alguém nessa vida!!”*

"Já perdoei erros quase imperdoáveis, tentei substituir pessoas insubstituíveis e esquecer pessoas inesquecíveis. Já fiz coisas por impulso, já me decepcionei com pessoas quando nunca pensei me decepcionar, mas também decepcionei alguém. Já abracei pra proteger, já dei risada quando não podia, fiz amigos eternos, amei e fui amado, mas também já fui rejeitado, fui amado e não amei. Já gritei e pulei de tanta felicidade, já vivi de amor e fiz juras eternas, "quebrei a cara" muitas vezes! Já chorei ouvindo música e vendo fotos, já liguei só pra escutar uma voz, me apaixonei por um sorriso, já pensei que fosse morrer de tanta saudade e tive medo de perder alguém especial (e acabei perdendo)! Mas vivi! E ainda vivo! Não passo pela vida. Bom mesmo é ir a luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é MUITO para ser insignificante".

(Charles Chaplin)

AGRADECIMENTOS

Nesse momento não poderia deixar de agradecer a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho:

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de concretizar um ideal, e ao curso de Pós-Graduação em Botânica e CAPES, pelo apoio financeiro concedido através das bolsas de mestrado e doutorado.

Um agradecimento todo especial à prof^a Renata Strozi Alves Meira, pois nesses 5 anos de convivência, entre mestrado e doutorado, tornou-se muito mais que uma orientadora, mas uma amiga, sempre disposta a confiar, aconselhar, incentivar, torcer e alegrar. Te admiro muito pela sua honestidade!! Mesmo você tendo ido pra Portugal e me abandonado nesse mundo cruel, oh!!

À prof^a Aristéa A. Azevedo, para mim um exemplo de profissional e mulher. Faço minhas as palavras do Cleber quando falou que você foi a melhor professora que ele já teve. Quero ser que nem você quando crescer!!

Ao prof^o João Marcos Araújo, pela amizade e sugestões iniciais na varredura e histoquímica. Obrigada também por topar qualquer parada!!

Aos membros da banca, Élder Souza e Paiva e Roseli B. Torres, que se dispuseram a vir à Viçosa contribuir com esse trabalho, sempre tão cordiais. Um agradecimento especial ao Élder, pelas sugestões no projeto que originou esse trabalho, e a Roseli, pelas identificações das plantas, sem as quais esse trabalho não seria possível.

Ao prof^o Wagner Otoni, pelo carinho e presteza que sempre teve por mim. Saiba que te considero muito e admiro o seu enorme coração, sempre disposto a resolver os problemas de todos na pós-graduação.

À Vânia Valente, ex-técnica do laboratório de anatomia, pelo auxílio na análise química da secreção de *Prockia*, pelos inúmeros cortes à mão livre que fez, e pela presteza que sempre teve em nos auxiliar.

Ao prof^o João Meira Neto e ao Gilmar Valente, pelo auxílio nas coletas na Mata da Silvicultura, e especialmente ao Gilmar, pela coleta do material do PESB, pelas fotos, pelo auxílio no envio de material à especialista e pelo carinho e cordialidade.

À Ilzinha, Ângelo e Rosane Aguiar, sempre cordiais e dispostos a resolver os nossos problemas burocráticos.

Ao Núcleo de Microscopia e Microanálise da UFV, pelo suporte dado para a realização da microscopia eletrônica de varredura, em especial à técnica Cláudia Alencar Vanetti.

À Arlete A. Soares, minha primeira professora de anatomia e grande incentivadora do meu ingresso nesse curso de pós-graduação. Obrigada por ter me iniciado no mundo microscópico, pelo convívio na minha época de professora substituta da UFC e por ter me apresentado Viçosa.

Ao Marcelo Baptista, um presente que as aulas de sistemática me trouxeram. Obrigada pelos conselhos, sugestões, melhoria da chave de identificação, bibliografia (mesmo estando em russo), pelos desenhos esquemáticos dessa tese e por tudo que a gente passou juntos nesses mais de quatro anos de convivência. Você é muito especial pra mim!!! Apesar de estar querendo me explorar por causa dos desenhos ... hehehe!!!

À Virgínia L. de Camargos, a Vi, cuja amizade começou na aula de Fitogeografia por causa das balinhas de frutas e acabou em convivência diária como companheira de todas as horas. Você, certamente, foi uma pessoa muito especial que Viçosa me trouxe, pela sua alegria constantes e disponibilidade em ajudar (TJ-riaes.a)]]TJ-18.44 -1.7

Aos

Kellen, Leonor, Marina, Nilton, Edgard, Andréia Barroncas, Érica Duarte, Roberta, Ana Lúcia e Bittencourt (pelos capítulos do Lost também viu??) pelas convívio, conversas e risadas na hora do cafezinho.

Ao Fabiano M. Martins, colega de mestrado, e ao Itayguara Ribeiro, colega de graduação, pela procura de bibliografia na Unicamp.

À todos os professores do Departamento de Biologia Vegetal; em especial ao Eldo Antonio Monteiro, pelo exemplo de perseverança e à Luzimar Campos, pelas muitas risadas, amizade, e por tentar insistentemente me ensinar a usar o micrótomo de mesa. Como não deu certo, obrigada também pelos inúmeros cortes que fez pra mim.

E por último, mas não menos especiais, à minha família, especialmente meus pais. Por torcerem e acreditarem em mim, pelo ombro nos momentos difíceis, pelo financiamento e pelo exemplo de vida que ajudou a construir a pessoa em que me tornei, ou seja, por tudo que sou e por tudo que acreditam que ainda serei. Amo muito vocês!!!

Queria, por fim, deixar um agradecimento especial à muitos de vocês acima citados, que acabaram por se tornar, nesses 5 anos, a “minha família postiça”!!!!

Muito obrigada!!

BIOGRAFIA

Marcela Thadeo, filha de Raul Miguel Fontana Thadeo e Liliam Daise Thadeo, nascida em Curitiba, PR, em 08 de fevereiro de 1977.

Ingressou na Universidade Federal do Ceará em agosto de 1995, e concluiu o curso de Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura) em julho de 2000.

Foi bolsista de iniciação científica durante três anos, trabalhando com fisiologia vegetal e biologia molecular. De agosto de 2000 à fevereiro de 2002 atuou como Professora Substituta na área de Botânica na Universidade Federal do Ceará, ministrando as disciplinas “Morfologia e Anatomia Vegetal” e “Botânica Aplicada à Farmácia”.

Em 2002 iniciou o Mestrado em Botânica, pelo Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, trabalhando com Anatomia Vegetal. Obteve transposição do Mestrado para o Doutorado em 2003, concluindo o trabalho com a defesa da tese intitulada “Anatomia foliar de espécies de Flacourtiaceae (Sleumer 1980), em abril de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	4
3. ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	5
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
ARTIGO 1: Anatomia foliar de espécies de Flacourtiaceae (Sleumer 1980)	8
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO	31
AGRADECIMENTOS	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
FIGURAS	40
TABELAS	57
ARTIGO 2: Anatomia e histoquímica das estruturas secretoras da folha de <i>Casearia decandra</i> Jacq. (Flacourtiaceae)	62
RESUMO.....	63
ABSTRACT.....	64
INTRODUÇÃO.....	65
MATERIAIS E MÉTODOS.....	66
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
AGRADECIMENTOS	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
FIGURAS	78
ARTIGO 3: Caracterização anatômica e histoquímica das glândulas foliares de <i>Prockia crucis</i> P. Browne ex. L.....	82
RESUMO.....	83
ABSTRACT.....	84
INTRODUÇÃO.....	85

MATERIAIS E MÉTODOS	87
RESULTADOS	90
DISCUSSÃO	94
AGRADECIMENTOS	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
FIGURAS	101
5. CONCLUSÕES GERAIS	108

RESUMO

THADEO, Marcela, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2007. **Anatomia foliar de espécies de Flacourtiaceae (Sleumer 1980)**. Orientadora: Renata Maria Strozi Alves Meira. Co-Orientadores: Aristéa Alves Azevedo e João Marcos de Araújo.

Não existe consenso quanto à organização taxonômica das Flacourtiaceae e na literatura o assunto é pouco enfatizado, pois são escassos os trabalhos de revisão taxonômica realizados. Diversos autores ressaltam a íntima relação entre a família Flacourtiaceae e a Salicaceae. Numerosas são as famílias de plantas com representantes medicinais, destacando-se, entre elas, a Flacourtiaceae, principalmente os gêneros *Casearia* e *Carpotroche*. Extensivas investigações têm enfatizado as propriedades terapêuticas das espécies de *Casearia*, propriedades estas relacionadas com compostos secretados por estruturas especializadas presentes nas folhas. O estudo da composição química do material secretado pelas estruturas secretoras, juntamente com a anatomia dessas estruturas, pode contribuir para a compreensão do exato papel e da função do produto secretado para a planta, além de poder ser um componente importante para as avaliações taxonômicas. Considerando a importância da anatomia como subsídio para a taxonomia, dados sobre a família são fundamentais para auxiliar na elucidação dos problemas taxonômicos. Este trabalho teve como objetivos: caracterizar anatomicamente as folhas de espécies de *Abatia*, *Banara*, *Carpotroche*, *Casearia*, *Prockia* e *Xylosma* ocorrentes em fragmentos florestais da Zona da Mata de Minas Gerais e avaliar a importância dos caracteres anatômicos como subsídio para a identificação das espécies; caracterizar anatômica e histoquimicamente as estruturas secretoras que ocorrem nas folhas de *Prockia crucis* e *Casearia decandra*; correlacionando com a composição química do produto secretado pela primeira espécie citada; descrever a micromorfologia e anatomia das glândulas secretoras de *Prockia crucis*. Folhas de representantes dos gêneros *Abatia*, *Banara*, *Carpotroche*, *Casearia*, *Prockia* e *Xylosma* foram coletadas em três fragmentos florestais do município de Viçosa (MG) e num campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (MG), e submetidos à técnicas usuais em anatomia vegetal, sendo *Casearia decandra* e *Prockia crucis* submetidas à testes histoquímicos. Foram descritas anatomicamente onze espécies, ressaltando-se as diferenças e semelhanças entre as mesmas. Neste trabalho foi possível constatar alguns caracteres que podem agir de forma unificadora

para a família Flacourtiaceae e a Salicaceae: presença do dente salicóide, tricomas simples unicelulares e não ramificados, tricomas multicelulares e ramificados, estômatos braquiparacíticos, crescimento secundário no pecíolo, abundância de cristais, sistema vascular colateral e em forma de arco na nervura mediana, mesofilo dorsiventral e esclerênquima acompanhando os feixes. Os estudos anatômicos feitos nas espécies de Flacourtiaceae demonstraram que a anatomia foliar pode fornecer dados para auxiliar na taxonomia da família, tanto a nível genérico como específico. O sistema secretor de *C. decandra* é composto por ductos e cavidades dispersos pela lâmina foliar e pecíolo, e por idioblastos presentes nos tecidos vasculares, parênquima cortical da nervura mediana e no parênquima paliçádico. Os ductos encontram-se distribuídos no parênquima cortical da nervura e possuem continuidade nesta mesma região do pecíolo. No mesofilo existem numerosas cavidades com localização subepidérmica ou distribuídas na interface do parênquima paliçádico com o lacunoso. Detectaram-se substâncias lipofílicas e hidrofílicas, evidenciando lipídios do tipo óleo-resina nos ductos e cavidades, e compostos fenólicos do tipo tanino nos idioblastos e no parênquima. Não foram detectados alcalóides, polissacarídeos e proteínas. Este trabalho relatou a presença de ductos e cavidades para o gênero *Casearia*. Os testes histoquímicos confirmam a complexidade do secretado, além de indicar tecidos fundamentais como sítios de síntese e/ou acúmulo de compostos fenólicos. Na secreção das estruturas secretoras de *Prockia crucis* foram detectadas frutose, glicose e sacarose e a concentração de açúcares equivale a 49,6% do total do secretado. As glândulas foram identificadas como nectários extraflorais (NEFs), sendo esse o primeiro relato da sua presença para o gênero. O néctar produzido possui alto valor energético. Os NEFs ocorrem nas regiões basais e marginais da folha, são sésseis, circulares e com uma concavidade central. A epiderme que recobre a concavidade é secretora, uniestratificada, formando uma paliçada de células que reagiram fortemente ao Reativo de Schiff e ao Xilidine Ponceau, evidenciando polissacarídeos neutros e proteínas, respectivamente. O parênquima nectarífero possui algumas células com citoplasma granuloso que reagiram ao teste para compostos fenólicos. Esse parênquima é interrompido pelas extensões vasculares que se ramificam. O desenvolvimento dos nectários se inicia muito precocemente, já nos primórdios foliares do meristema apical, estando totalmente diferenciado em folhas ainda em expansão. Devido à sua similaridade com os dentes salicóides presentes em *Populus* e *Salix*, sugere-se que tais clados sejam próximos filogeneticamente.

ABSTRACT

THADEO, Marcela, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa; april of 2007. **Foliar anatomy from species of Flacourtiaceae (Sleumer 1980)**. Adviser: Renata Maria Strozi Alves Meira. Co-Advisers: Aristéa Alves Azevedo and João Marcos de Araújo.

There is no agreement regarding the taxonomic organization of the Flacourtiaceae and the theme is not emphasized in the literature, since there is a lack of taxonomic studies on this family. Several authors point out the close relationship between the families Flacourtiaceae and Salicaceae. Numerous families of plants have members with medicinal uses, standing out among them the Flacourtiaceae, mainly the genera *Casearia* and *Carpotroche*. Extensive investigations have emphasized the therapeutic properties of *Casearia* species related with compounds secreted by specialized structures in the leaves. The study of the chemical composition of secretory products together with anatomic studies of secretory structures can contribute to understand the role and function of these products in the plant, besides being an important component for taxonomic evaluations. Considering the importance of anatomy as subsidy for taxonomy, family data are fundamental to elucidate taxonomic problems. The objectives of this work were to characterize anatomically leaves of *Abatia*, *Banara*, *Carpotroche*, *Casearia*, *Prockia* and *Xylosma* species occurring in forest fragments of Zona da Mata - Minas Gerais and to evaluate the importance of anatomical characters for species identification; to characterize anatomical and histochemically secretory structures present in leaves of *Prockia crucis* and *Casearia decandra*, correlating with the chemical composition of the product secreted by the former; to describe the micromorphology and anatomy of *Prockia crucis* secretory glands. Leaves of members of the genera *Abatia*, *Banara*, *Carpotroche*, *Casearia*, *Prockia* and *Xylosma* were collected from three forest fragments in the municipality of Viçosa (MG) and from an altitude field in the Serra do Brigadeiro State Park (MG) and subjected to usual techniques used in plant anatomy. *Casearia decandra* and *Prockia crucis* were also histochemically tested. Eleven species were anatomically described, giving emphasis on their differences and similarities. In this work, it was possible to confirm some unifying characters for the families Flacourtiaceae and Salicaceae such as the presence of salicoid leaf teeth, simple unbranched unicellular trichomes, branched multicellular trichomes, brachyparacitic stomata, secondary growth of the petiole, crystal abundance,

collateral and arch-shaped vascular system at the midrib, dorsiventral mesophyll and sclerenchyma accompanying the bundles. The anatomic studies carried out on Flacourtiaceae species demonstrated that leaf anatomy can provide data to assist in the family taxonomy, at both generic and specific levels. The secretory system of *C. decandra* consists of ducts and cavities dispersed on the leaf lamina and petiole and idioblasts present in the vascular tissues, cortical parenchyma of the midrib and in the palisade parenchyma. The ducts are distributed in the cortical parenchyma of the rib and continue in this same region of the petiole. In the mesophyll there are numerous cavities in the subepidermic layer or distributed in the interface between the palisade and spongy parenchyma. Lipophilic and hydrophilic substances were detected, confirming oil-resin lipids within ducts and cavities, and phenolic compounds, of the tannin type, within idioblasts and parenchyma. Alkaloids, polysaccharides and proteins were not detected. This work reported the presence of ducts and cavities for the genus *Casearia*. Histochemical tests confirm the secretory product complexity, besides indicating fundamental tissues such as sites of synthesis and/or accumulation of phenolic compounds. Fructose, glucose and sucrose were detected in the product of secretory structures of *Prockia cruces*, with sugar concentration being 49.6% of the total secretory product. Glands were identified as extrafloral nectaries (EFNs), which is the first report of their presence in the genus. The produced nectar has a high energy value. EFNs occur in the basal and marginal regions of the leaf, they are sessile, circular and have a central concavity. The epidermis covering the concavity is secretory, unistratified, forming a palisade layer of cells that reacted strongly positively after staining with Schiff's reagent and Xylidine Ponceau, confirming neutral polysaccharides and proteins, respectively. The nectary parenchyma presented cells with granular cytoplasm that reacted to the test for phenolic compounds. This parenchyma is interrupted by vascular extensions which ramify. The development of nectaries begins very early, in the leaf primordium of the apical meristem, being totally differentiated in the expanding leaves. Due to their similarity with the salicoid leaf teeth present in *Populus* and *Salix*, it is suggested that such clades are phylogenetically close.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os primeiros taxonomistas, como De Candolle (1824), Endlicher (1839) e Lindley (1853), trataram muitas das tribos da moderna Flacourtiaceae como ordens separadas, as quais são equivalentes ao conceito atual de família. Gradualmente, os gêneros dessas famílias e outros gêneros foram sendo agrupados por taxonomistas como Clos (1855, 1857) e Bentham & Hooker (1862), até que a família Bixaceae de Bailon (1875) fosse estabelecida. Em 1894, Walburg propôs a segregação do complexo *Bixa* (isto é, aqueles gêneros geralmente conhecidos como pertencentes ao conceito moderno de Bixaceae e Cochlospermaceae) do resto dos gêneros flacourtiáceos. Desde Walburg até os tempos atuais, essa segregação é seguida.

A família Flacourtiaceae, como conhecida nos dias atuais, é composta por plantas lenhosas, de distribuição pantropical e de difícil diagnose no campo devido a sua morfologia floral extremamente heterogênea. Nenhuma outra família possui uma circunscrição tão variável e controversa (Chase *et al.* 2002). Apesar desses problemas, que acometem cerca de 20% da família, a circunscrição da porção restante das Flacourtiaceae permanece mais ou menos constante desde 1925 (Gilg 1925, Hutchinson 1967, Lemke 1988, Sleumer 1954, 1980, Takhtajan 1997). As principais áreas de discordância referem-se a inclusão das tribos Abatieae e Paropsieae (frequentemente referidas como pertencentes à Passifloraceae) e Prockieae (tratada como membro das Tiliaceae), e uma diversidade de gêneros pertencentes a famílias pequenas, com um ou dois gêneros, por exemplo, Aphloiaceae Takht. (*Aphloia*), Berberidopsidaceae (Veldk.) Takht. (*Berberidopsis* e *Streptothamnus*), Muntingiaceae C. Bayer, M. W. Chase & M. F. Fay (*Muntingia* e *Dicraspidia*) e Lacistemataceae Mart. (*Lacistema* e *Lozania*).

A sinopse mais recente para a família foi elaborada por Takhtajan (1997), que apresenta uma descrição concisa da família, incluindo características morfológicas, anatômicas e fitoquímicas, mas não menciona a lista completa dos gêneros para cada tribo nem as características das mesmas. As classificações de Lemke, Sleumer e Hutchinson são bastante similares às de Takhtajan, em termos de circunscrição da família e distribuição das tribos (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação supragenérica das Flacourtiaceae de acordo com Sleumer (1980), comparada com aquela proposta por Lemke (1988), Hutchinson (1967) e Takhtajan (1997). Todos os gêneros que foram incluídos em alguma das quatro classificações foram citados. Gêneros não listados receberam um traço (-). Vale ressaltar que muitos gêneros não foram listados por Sleumer, pois ele trabalhou somente com os gêneros neotropicais. Outras famílias que não Flacourtiaceae

Continuação

Gênero	Sleumer	Lemke	Hutchinson	Takhtajan
<i>Lacistema</i>	Lacistemeae	(Lacistemataceae)	(Lacistemataceae)	(Lacistemataceae)
<i>Laetia</i>	Caseariae	Caseariae	Caseariae	-
<i>Lindackeria</i>	Oncobae	Oncobae	Oncobae	Oncobae
<i>Lozania</i>	Lacistemeae	(Lacistemataceae)	(Lacistemataceae)	(Lacistemataceae)
<i>Ludia</i>	-	Flacourtieae	Flacourtieae	Flacourtieae
<i>Lunania</i>	Caseariae	Caseariae	Caseariae	Caseariae
<i>Macrohasseltia</i>	Prockieae	Prockieae	-	-
<i>Mayna</i>	Oncobae	Oncobae	Oncobae	Oncobae
<i>Mocquerysia</i>	-	Scolopieae	Scolopieae	Scolopieae
<i>Neopringlea</i>	-	Homalieae	Flacourtieae	-
<i>Neoptychocarpus</i>	Caseariae	Caseariae	Caseariae	-
<i>Neosprucea</i>	Prockieae	Prockieae	(Tiliaceae)	-
<i>Nisa</i>	-	Homalieae	Homalieae	-
<i>Olmediella</i>	Flacourtieae	Flacourtieae	Flacourtieae	Flacourtieae
<i>Oncoba</i>	-	Oncobae	Oncobae	Oncobae
<i>Ophiobotrys</i>	-	Caseariae	Caseariae	-
<i>Osmelia</i>	-	Caseariae	Caseariae	Caseariae
<i>Pangium</i>	-	Pangieae	Pangieae	Pangieae
<i>Peterodendron</i>	-	Oncobae	Oncobae	-
<i>Phyllobotryon</i>	-	Scolopieae	Scolopieae	Scolopieae
<i>Phylloclinium</i>	-	Scolopieae	Scolopieae	Scolopieae
<i>Pineda</i>	Prockieae	Prockieae	Banareae	-
<i>Pleuranthodendron</i>	Prockieae	Prockieae	-	-
<i>Poggea</i>	-	Oncobae	Oncobae	Oncobae
<i>Poliothyrsis</i>	-	Flacourtieae	Flacourtieae	Flacourtieae
<i>Priamosia</i>	Flacourtieae	Flacourtieae	Flacourtieae	Flacourtieae
<i>Prockia*</i>	Prockieae	Prockieae	(Tiliaceae)	Prockieae
<i>Prockiopsis</i>	-	Oncobae	Oncobae	Oncobae
<i>Pseudoscolopia</i>	-	Scolopieae	Scolopieae	Scolopieae
<i>Pseudosmelia</i>	-	Caseariae	Caseariae	-
<i>Rawsonia</i>	-	Erythrospermeae	Berberidopsidae	Erythrospermeae
<i>Ryania</i>	-	Caseariae	Caseariae	-
<i>Ryparosa</i>	-	Pangieae	Pangieae	Pangieae
<i>Sabouraea</i>	-	(Portulacaceae)	Scolopieae	-
<i>Samyda</i>	Caseariae	Caseariae	Caseariae	Caseariae
<i>Scaphocalix</i>	-	Pangieae	Pangieae	Pangieae
<i>Scolopia</i>	-	Scolopieae	Scolopieae	Scolopieae
<i>Scottelia</i>	-	Erythrospermeae	Berberidopsidae	Erythrospermeae
<i>Streptothamnus</i>	-	Berberidopsidae	Berberidopsidae	(Berberidopsidaceae)
<i>Synandrina</i>	-	Caseariae	Flacourtieae	-
<i>Taraktogenos</i>	-	Pangieae	Pangieae	Pangieae
<i>Tetrathylacium</i>	Caseariae	Caseariae	Caseariae	-
<i>Tisonia</i>	-	Flacourtieae	Flacourtieae	Flacourtieae
<i>Trichadenia</i>	-	Pangieae	Pangieae	Pangieae
<i>Trimeria</i>	-	Homalieae	Banareae	-
<i>Xylosma*</i>	Flacourtieae	Flacourtieae	Flacourtieae	Flacourtieae
<i>Xylothea</i>	-	Oncobae	Oncobae	Oncobae
<i>Zuelania</i>	Caseariae	Caseariae	Caseariae	-

Com base na comparação da morfologia, anatomia da madeira, palinologia e fitoquímica, Lemke (1988) subdividiu as tribos de Flacourtiaceae em três grupos informais: (i) Berberidopsidae, Erythrospermeae, Oncobae e Pangieae; (ii) Homalieae, Scolopieae e Prockieae; e (iii) Flacourtieae, Caseariae e Bembicieae. Judd (1997) reconheceu somente dois grupos feneticamente distintos: (i) Berberidopsidae,

Erythrospermeae, Oncobae e Pangieae; e (ii) Homalieae, Scolopieae, Prockieae, Flacourtieae, Caseariae e Bembicieae. Já Chase *et al.* (2002) desmembrou a família em duas famílias: (i) Salicaceae (Homalieae, Scolopieae, Prockieae, Abatieae, Flacourtieae, Samydeae e Bembicieae, mais a tribo Saliceae); e (ii) Achariaceae (Erythrospermeae, Lindackerieae e Pangieae, mais a tribo Acharieae). A tribo Berberidopsidae tornou-se uma família à parte. As tribos Samydeae e Lindackerieae correspondem às tribos Caseariae e Oncobae, respectivamente.

Bernhard & Endress (1999) demonstraram que a seqüência de iniciação dos estames corrobora a divisão em dois grupos, geralmente correspondendo a distribuição de glicosídeos ciclopentenóides / ácidos graxos ciclopentenis *versus* alcalóides e outros compostos (Spencer & Seigler 1985). Nandi *et al.* (1998) concluíram que a distribuição dos dentes salicóides dentre os representantes da família também corrobora essa divisão.

Uma íntima relação entre as famílias Flacourtiaceae e Salicaceae, refletida na presença comum do dente salicóide e de compostos fenólicos do tipo salicina, foi inicialmente proposta por Hallier (1908, 1912) e depois confirmada por Meeuse (1975).

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivos:

1. Caracterizar anatomicamente as folhas de espécies de *Abatia*, *Banara*, *Carpotroche*, *Casearia*, *Prockia* e *Xylosma* ocorrentes em fragmentos florestais da Zona da Mata de Minas Gerais e em um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro e avaliar a importância dos caracteres anatômicos como subsídio para a identificação das espécies;
2. Caracterizar anatômica e histoquimicamente as estruturas secretoras que ocorrem nas folhas de *Prockia crucis* e *Casearia decandra*; correlacionando com a composição química do produto secretado pela primeira espécie citada;
3. Descrever a micromorfologia e anatomia das glândulas secretoras de *Prockia crucis*;
4. Descrever as principais etapas no desenvolvimento das glândulas secretoras de *Prockia crucis*.

4. ORGANIZAÇÃO DA TESE

O presente trabalho encontra-se organizado sob a forma de artigos científicos, como disposto nas normas de redação de teses da Universidade Federal de Viçosa. Cada artigo segue a formatação da revista a que será submetido.

O primeiro artigo é referente à anatomia aplicada à taxonomia da família Flacourtiaceae, e se encontra nas normas da revista *Nordic Journal of Botany*. Os dois últimos artigos são referentes às estruturas secretoras ocorrentes em alguns representantes de Flacourtiaceae. O segundo artigo está nas normas da *Revista Brasileira de Botânica* e o terceiro nas normas da *Annals of Botany*.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailon, H. 1875. Bixaceae. In: **The natural history of plants**. Vol. 4. L. Reeve & Co., London.
- Bentham, G. & Hooker, J.D. 1862. Bixineae, Tiliaceae. In: **Genera Plantarum**. Vol. 1. L. Reeve & Co., London.
- Bernhard, A. & Endress, P.K. 1999. Androecial development and systematics in *Flacourtiaceae s. l.* **Plant Systematics and Evolution** **215**: 141-155.
- Candolle, A.P. DE. 1824. Thalamiflorae. In: **Prodromus systematics naturalis regni vegetabilis**. Vol. 1. Treuttel & Würtz, Paris.
- Chase, M.W.; Zmarzty, S.; Lledó, M.D.; Wurdack, K.; Swensen, S.M. & Fay, M.F. 2002. When in doubt, put it in Flacourtiaceae: a molecular phylogenetic analysis based on plastid *rbcL* DNA sequences. **Kew Bulletin** **57**: 141-181.
- Clos, D. 1855. Monographie de la famille des Flacourtiacées. **Annales des Sciences Naturelles** **4**: 362-387.
- Clos, D. 1857. Révision des genres et les espèces appartenant à la famille des Flacourtiacées. **Ibid** **8**: 209-274.
- Endlicher, S.L. 1839. **Genera plantarum**. Parte 12. Fr. Beck, Viena.
- Gilg, E. 1925. Flacourtiaceae. In: **Die natürlichen Pflanzenfamilien**. Vol. 21. A. Engler & K. Prantl (eds.). Wilhelm Englemann, Leipzig.
- Hallier, H. 1908. Über *Juliana*, eine Terebinthaceen-Gattung mit Cupula, und die wahren Stammeltern de Kätzchenblütler. **Beih. Bot. Central** **23**: 81-265.

- Hallier, H. 1912. L'origine et le système phylétique des Angiospermes exposés à l'aide de leur arbre généalogique. **Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles** **1**: 146-234.
- Hutchinson, R. 1967. **The genera of flowering plants**. Vol. 2. Clarendon Press, Oxford.
- Judd, W. S. 1997. The Flacourtiaceae in the southeastern United States. **Harvard Papers in Botany** **10**: 65-79.
- Lemke, D. E. 1988. A synopsis of Flacourtiaceae. **Aliso** **12**: 29-43.
- Lindley, J. 1853. **The vegetable kingdom**. Bradbury & Evans, London.
- Meeuse, A.D.J. 1975. Taxonomic relationships of Salicaceae and Flacourtiaceae: their bearing on interpretation of floral morphology and dilleniid phylogeny. **Acta Botanica Neerlandica** **24**: 437-457.
- Nandi, O. I.; Chase, M. W. & Endress, P. K. 1998. A combined cladistic analysis of angiosperm using *rbcL* and non-molecular data sets. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **85**: 137-214.
- Sleumer, H. 1954. Flacourtiaceae. **Flora Malesiana Bulletin** **1**: 1-106.
- Sleumer, H. 1980. Flacourtiaceae. Monograph number 22. In: **Flora Neotropica** **22**. The New York Botanical Garden, Nova York.
- Spencer, K.C. & Seigler, D.S. 1985. Cyanogenic glycosides and systematics of the Flacourtiaceae. **Biochemical Systematics and Ecology** **13**: 421-431.
- Takhtajan, A. 1997. **Diversity and classification of flowering plants**. Columbia University Press, New York.
- Walburg, O. 1894. Flacourtiaceae. In: **Die natürlichen Pflanzenfamilien**. Vol. 3. A. Engler & K. Prantl (eds.). Wilhelm Englemann, Leipzig.

1º ARTIGO

ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIES DE FLACOURTIACEAE (SLEUMER 1980)

Marcela Thadeo^{1,2,*}; Renata M.S.A. Meira²; Aristéa A. Azevedo²

¹Parte da Tese de Doutorado da Primeira Autora. ²Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Av. P. H. Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, fone: +55 31 3899-2520, fax: +55 31 3899-2580, Viçosa, MG, Brasil. * Autor para correspondência: tmarcela@gmail.com

Título abreviado: Thadeo *et al.* – Anatomia foliar de Flacourtiaceae.

RESUMO – Não existe consenso quanto à organização taxonômica das Flacourtiaceae e na literatura o assunto é pouco enfatizado, pois são escassos os trabalhos de revisão taxonômica realizados. Diversos autores ressaltam a íntima relação de seus representantes com os representantes da família Salicaceae. Considerando a importância da anatomia como subsídio para a taxonomia, dados sobre a família são fundamentais para auxiliar na elucidação dos problemas taxonômicos. Folhas de representantes dos gêneros *Abatia*, *Banara*, *Carpotroche*, *Casearia*, *Prockia* e *Xylosma* foram coletadas em três fragmentos florestais do município de Viçosa (MG) e em um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (MG) e submetidos à técnicas usuais em anatomia vegetal. Foram descritas anatomicamente onze espécies, ressaltando-se as diferenças e semelhanças entre as mesmas. Neste trabalho foi possível constatar que alguns caracteres podem atuar de forma unificadora para as Flacourtiaceae e Salicaceae: presença do dente salicóide, tricomas simples unicelulares e não ramificados, tricomas multicelulares e ramificados, estômatos braquiparacíticos, crescimento secundário no pecíolo, abundância de cristais, sistema vascular colateral e em forma de arco na nervura mediana, mesofilo dorsiventral e esclerênquima acompanhando os feixes. Os estudos anatômicos feitos nas espécies de Flacourtiaceae demonstraram que a anatomia foliar pode fornecer dados para auxiliar na taxonomia da família, tanto a nível genérico como específico, e a associação de alguns caracteres se mostrou fundamental para a separação das espécies estudadas.

Palavras-Chave: *Abatia*, *Banara*, *Carpotroche*, *Casearia*, *Prockia*, *Xylosma*, Salicaceae, anatomia aplicada à taxonomia.

ABSTRACT – Foliar anatomy from species of Flacourtiaceae (Sleumer 1980). There is no agreement regarding the taxonomic organization of the Flacourtiaceae and the theme is not emphasized in the literature, since there is a lack of taxonomic studies. Several authors point out the close relationship with the members of the Salicaceae family. Considering the importance of anatomy as subsidy for taxonomy, family data are fundamental to elucidate taxonomic problems. Leaves of members of the genera *Abatia*, *Banara*, *Carpotroche*, *Casearia*, *Prockia* Xy5(imasearia, Prockia)9(j/TT8 1 Tf9.67 0 TD1.0008 wTc0co

INTRODUÇÃO

Não existe consenso quanto à organização taxonômica da família Flacourtiaceae e percebe-se, na literatura, que o assunto é polêmico embora pouco enfatizado, pois são escassos os trabalhos de revisão taxonômica realizados. A situação taxonômica das Flacourtiaceae é confusa principalmente porque seus caracteres unificadores são compartilhados por muitas outras famílias (por ex.: placentação parietal, ovário súpero e unilocular, fruto com três valvas do tipo baga ou cápsula) (Chase *et al.* 2002).

Com o intuito de esclarecer os padrões de variação dentro da família Flacourtiaceae e entre as famílias relacionadas diversos aspectos foram investigados, tais como: morfologia externa (Hutching 1967, Sleumer 1954, 1975, 1980, Lemke 1983, 1987a, 1987b, 1988), anatomia do eixo vegetativo (Metcalf & Chalk 1950, Metcalfe 1952, Miller 1975, Golycheva 1975, Baas 1984, Klucking 1992), anatomia e desenvolvimento floral (van Heel 1977), anatomia e morfologia da semente (Duke 1969), palinologia (Schaeffer 1972, Keating 1973, 1975, Krishnan 1981), número e estrutura dos cromossomos (Mukherjee 1975, Raven 1975, Morawetz 1981, Krishnan 1986), caracterização química dos compostos do metabolismo secundário (Rehfeldt *et al.* 1980, Spencer & Seigler 1985) e biologia molecular (APG 1998, Nandi *et al.* 1998, Chase *et al.* 2002). Apesar dos esforços, a família ainda permanece incerta, tanto à sua delimitação quanto à sua afinidade com outros clados .

De acordo com Miller (1975), as Flacourtiaceae, como uma família, representam uma ficção, constituindo-se em um grupo heterogêneo com tribos mais ou menos homogêneas, o que tem dificultado a sua organização sistemática em clados, especialmente em níveis hierárquicos superiores. Vários gêneros de afinidade incerta têm sido alocados na família, o que torna a sua delimitação ainda mais problemática. Até o respeitado botânico Pittier acreditava na utilização das Flacourtiaceae como um receptáculo para

todas aquelas coisas que não se conheciam, dizendo inclusive que “quando em dúvida, coloque em Flacourtiaceae” (Williams 1965).

A família Flacourtiaceae ganhou uma reputação de taxonomicamente confusa e de difícil reconhecimento no campo (Sleumer 1954), principalmente pelo reduzido tamanho das flores de muitos gêneros, sendo facilmente confundida, em uma análise à vista desarmada no campo, com as flores de representantes de Euphorbiaceae e Celastraceae (Chase *et al.* 2002) e Simplicaceae e Aquifoliaceae (Roseli B. Torres - comunicação pessoal), gerando incertezas nas listagens dos levantamentos florísticos realizados.

Cronquist (1981) salientou que a família Flacourtiaceae é considerada como a mais arcaica dentro da ordem Violales, representando um elo entre os grupos que possuem placentação parietal. A monofilia das Violales, como vinha sendo definida, foi extremamente questionada, pois o único caráter potencialmente sinapomórfico para a ordem era a presença de ovário unilocular com duas ou mais placentas parietais. Esta é uma característica claramente homoplásica dentre as dicotiledôneas tricolpadas (Judd 1997). Reforçando estes questionamentos, análises cladísticas preliminares sugeriram que as Violales constituem um grupo polifilético (Chase *et al.* 1993, Chase & Swensen 1995).

A partir de uma análise filogenética molecular baseada nas seqüências rbcL do DNA plastidial, a família Flacourtiaceae foi desmembrada em duas famílias, Salicaceae e Achariaceae (Chase *et al.* 2002). A maior parte de seus representantes foi englobada dentro de Salicaceae, no clado das Eurosideas I, ordem Malpighiales, juntamente com os gêneros *Salix* e *Populus*. As características unificadoras dos representantes dessa família são a presença de dentes foliares únicos, chamados dentes salicídeos, ausência de glicosídeos cianogênicos e presença de compostos fenólicos do tipo salicina. As tribos Erythrospermeae (*Ahernia*, *Dasylopsis*, *Erythrospermum*, *Rawsonia* e *Scottellia*), Oncobeae (*Buchnerodendron*, *Caloncoba*, *Camptostylus*, *Carpotroche*, *Grandidiera*,

Lindackeria, *Mayna*, *Pterodendron*, *Poggea*, *Prockiopsis* e *Xylothea*) e *Pangieae* (*Baileyoxylon*, *Chiangiodendron*, *Chlorocarpa*, *Eleutherandra*, *Gynocardia*, *Hydnocarpus*, *Kiggelaria*, *Pangium*, *Ryparosa*, *Scaphocalyx* e *Trichadenia*) foram realocadas na família *Achariaceae*, no clado das *Eurosideas I*, ordem *Malpighiales*, juntamente com os gêneros *Acharia*, *Ceratosicyos* e *Guthrieae*. Os representantes dessa família apresentam glicosídeos cianogênicos e ausência de dentes salicídeos. Entretanto, o estudo filogenético foi baseado em um reduzido número de gêneros e espécies, não sendo esta nova circunscrição universalmente aceita.

No presente estudo, será adotada a classificação proposta por Sleumer (1980), pois trata-se de um trabalho sistemático de revisão taxonômica. Neste, *Flacourtiaceae* foi organizada em 7 tribos (*Oncobeeae*, *Abatieae*, *Homalieae*, *Prockieae*, *Flacourtieae*, *Lacistemeae* e *Caseariae*), com 880 espécies, distribuídas em 86 gêneros. A grande maioria dos gêneros tem reduzido número de espécies, excetuando-se *Casearia*, *Homalium* e *Xylosma* que, juntos, perfazem quase metade do número de espécies da família (Lemke 1988). A família está distribuída pelas Américas, África, Ásia, Malásia, Austrália e nas ilhas do Pacífico (Klein & Sleumer 1984). No Neotrópico ocorrem 32 gêneros, com cerca de 280 espécies (Klein & Sleumer 1984) e, para o Brasil, são mencionados 19 gêneros e, aproximadamente, 92 espécies (Barroso *et al.* 2002). Nos fragmentos florestais da região da Zona da Mata Mineira e em um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro foram amostradas espécies pertencentes aos gêneros *Abatia*, *Banara*, *Carpotroche*, *Casearia*, *Prockia* e *Xylosma* (Silva *et al.* 2000, Caiafa 2002, Campos 2002, Irsigler 2002, Meira-Neto & Martins 2002, Ferreira Jr. 2005).

Os estudos de morfologia e anatomia foliar são, reconhecidamente, ferramentas para a taxonomia (Solereder 1908, Metcalfe & Chalk 1950, 1979, 1983). As características anatômicas, principalmente as foliares, em muitos casos, são de utilidade para elucidar

problemas taxonômicos em diversas famílias de plantas (Lersten & Curtis 1994, Moraes & Paoli 1999, Scatena *et al.* 1999, Kong 2001, Alves *et al.* 2002, Sartori & Tozzi 2002).

Considerando a importância da anatomia como subsídio para a taxonomia, dados sobre a família Flacourtiaceae são fundamentais para auxiliar na elucidação dos problemas taxonômicos expostos, além da possibilidade da indicação de caracteres que poderão auxiliar na identificação de amostras estéreis. Portanto, este trabalho teve como objetivos: (1) caracterizar anatomicamente as folhas de espécies de *Abatia*, *Banara*, *Carpotroche*, *Casearia*, *Prockia* e *Xylosma* (pertencentes às tribos Abatieae, Prockieae, Oncobaeae, Casearieae, Prockieae e Flacourtieae, respectivamente), ocorrentes em fragmentos florestais da Zona da Mata de Minas Gerais, (2) avaliar a importância dos caracteres anatômicos como subsídio para a identificação das espécies, (3) elaborar uma chave de identificação para as espécies da Zona da Mata Mineira e (4) ampliar os conhecimentos sobre a anatomia foliar da família.

MATERIAIS E MÉTODOS

Folhas de *Abatia americana* (Gardner) Eichler, *Banara brasiliensis* (Schott) Benth., *Carpotroche brasiliensis* (Raddi) Endl., *Casearia arborea* (Rich.) Urb., *C. decandra* Jacq., *C. gossypiosperma* Briq, *C. obliqua* Spreng., *C. sylvestris* Swartz, *C. ulmifolia* Vahl ex Vent, *Prockia crucis* P. Browne ex L. e *Xylosma prockia* (Turcz.) Turcz. foram coletadas em três fragmentos florestais no município de Viçosa (Mata da Silvicultura, Mata da Biologia e Mata do Seu Nico) e em um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, todos na Zona da Mata de Minas Gerais.

A Mata da Silvicultura, um fragmento florestal de 17ha situado em altitudes entre 670 e 730m, é resultante de regeneração natural (Meira-Neto & Martins 2002). Foi adquirida pela Universidade Federal de Viçosa em 1936 e, desde então, encontra-se

protegida de cortes e extração de madeira (Mariscal-Flores 1993), sendo a vegetação do tipo Floresta Estacional Semidecidual Montana (Veloso *et al.* 1991).

A Mata da Biologia faz parte de um contínuo florestal com 75ha e está situada em altitude de 650m, tendo sido desmatada em 1922 para o plantio de café. Desde 1926, quando da fundação da Escola Superior de Agricultura e Veterinária (ESAV), hoje Universidade Federal de Viçosa (UFV), essa mata tem sido protegida permanentemente, estando em processo de regeneração natural desde aquela década (Silva *et al.* 2000), sendo a vegetação do tipo Floresta Estacional Semidecidual Montana (Veloso *et al.* 1991).

A Mata do Seu Nico está localizada em uma propriedade particular chamada Sítio Bom Sucesso, distando aproximadamente 5km do Campus da UFV. De toda a propriedade, apenas um trecho de um vale foi mantido como remanescente florestal, sendo a vegetação do tipo Floresta Estacional Semidecidual Montana (Veloso *et al.* 1991). A área florestal é de, aproximadamente, 35ha, sendo que o núcleo possui uma estrutura muito bem conservada, sem sinais evidentes de perturbação causada por retirada de madeira ou pela ocorrência de fogo. A altitude é de 750m e o fragmento está situado nas proximidades da Mata do Paraíso, maior fragmento florestal da região de Viçosa e de propriedade da UFV.

O Parque Estadual da Serra do Brigadeiro está situado no conjunto do Maciço da Mantiqueira, ocupando uma área de 13.210ha e abrangendo os municípios de Araponga, Divino, Ervália, Fervedouro, Pedra Bonita, Miradouro, Muriaé e Sericita (Minas Gerais 1996 apud Paula 1998). A vegetação constitui-se de Floresta Estacional Semidecidual (Veloso *et al.* 1991). A Serra das Cabeças localiza-se a 5km da sede do Parque, no município de Araponga, sendo constituída de três pequenas sub-serras, sendo que a conhecida como “totem deitado” foi o local de coleta do material botânico. Este cume está localizado a 1722m de altitude e possui uma área de aproximadamente 6 há, composta pela

tipologia vegetal Campo de Altitude, bem como de uma formação transicional entre esta tipologia e a Floresta Estacional Semidecidual Altimontana.

O material testemunha foi herborizado e incorporado ao acervo do Herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizadas também folhas de exsicatas provenientes do acervo deste herbário, tendo sido na sua totalidade identificadas por especialista. Os espécimes utilizados no estudo, bem como a sua procedência e n° VIC, estão listados abaixo. Parte das amostras foi coletada em campo e fixada para as análises anatômicas e parte foi retirada das exsicatas depositadas no herbário. Os espécimes coletados em campo foram incorporados ao acervo do herbário quando encontravam-se férteis.

Espécimes fixados – *Abatia americana* (Gardner) Eichler – Brasil, MG, Araponga, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), Serra das Três Cabeças, Totem deitado. Col.: G. Valente. *Banara brasiliensis* (Schott) Benth. - Brasil, MG, Viçosa, Sítio Bom Sucesso, Mata do Seu Nico. Cols.: M. Thadeo e R.M.S.A. Meira. *Carpotroche brasiliensis* (Raddi) Endl.- Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Silvicultura. Cols.: J.A.A.M. Neto e G. Valente (VIC 20.172). *Carpotroche brasiliensis* (Raddi) Endl.- Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Col.: W.G.F. Jr. *Casearia arborea* (Rich.) Urb. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Col.: W.G.F. Jr. *Casearia arborea* (Rich.) Urb. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Silvicultura. Cols.: J.A.A.M. Neto e G. Valente (VIC 20.173). *Casearia decandra* Jacq. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Silvicultura. Cols.: J.A.A.M. Neto e G. Valente (VIC 20.174). *Casearia decandra* Jacq. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Col.: W.G.F. Jr (VIC 18.684). *Casearia decandra* Jacq. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Col.: W.G.F. Jr (VIC 18.685). *Casearia decandra* Jacq. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Col.: W.G.F. Jr (VIC 18.686). *Casearia gossypiosperma* Briquet - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Col.: W.G.F. Jr. *Casearia sylvestris* Swartz - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Silvicultura. Cols.: J.A.A.M. Neto e G. Valente (VIC 20.176). *Casearia ulmifolia* Vahl ex Ventenat - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Silvicultura. Cols.: J.A.A.M. Neto e G. Valente (VIC 20.177). *Prockia crucis* P. Browne ex L. - Brasil, MG, Viçosa, Sítio Bom Sucesso, Mata do Seu Nico. Cols.: M. Thadeo e R.M.S.A. Meira. *Prockia crucis* P. Browne ex L. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Silvicultura. Cols.: J.A.A.M. Neto e G. Valente. *Xylosma prockia* (Turcz.) Turcz. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Silvicultura. Cols.: J.A.A.M. Neto e G. Valente. *Xylosma prockia* (Turcz.) Turcz. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Col.: W.G.F. Jr (VIC 30.834). *Xylosma prockia* (Turcz.) Turcz. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Col.: W.G.F. Jr.

Espécimes herborizados: *Abatia americana* (Gardner) Eichler – Brasil, MG, Araponga, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), Serra das Três Cabeças. Col.: G.Valente, R.S.A.Meira, A.Caiafa & F.M.Martins (VIC 28.209). *Abatia americana* (Gardner) Eichler – Brasil, MG, Araponga, Parque

Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), Serra das Três Cabeças, Totem deitado. Col.: G. Valente & R.S.A. Meira (VIC 28.211). *Abatia americana* (Gardner) Eichler – Brasil, MG, Estrada Ponte Nova Mariana km 19. Cols.: M.V. Faria, M.F. Soares & M. Garcia (VIC 9.234). *Carpotroche brasiliensis* (Raddi) Endl.- Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Jardim Botânico. Cols.: W.P. Lopes, A. Paula e A.C. Sevilha (VIC 17.014). *Casearia arborea* (Rich.) Urb. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Cols.: A.F. Silva e N.R.L. Fontes (VIC 12.990). *Casearia arborea* (Rich.) Urb. - Brasil, MG, Nova Lima, estrada de São Sebastião de Águas Claras. Cols.: R.P. Martins, T.M. Levinjohn e A.F. Silva (VIC 6.820). *Casearia decandra* Jacq. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Cols.: A.F. Silva e N.R.L. Fontes (VIC 12.988). *Casearia gossypiosperma* Briquet - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Jardim Botânico. Cols.: W.P. Lopes, A. Paula e A.C. Sevilha (VIC 17.013). *Casearia obliqua* Spreng. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Cols.: A.F. Silva e N.R.L. Fontes (VIC 12.987). *Casearia sylvestris* Swartz - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Jardim Botânico. Cols.: J.C.S. Leite e A.A. Frinhani (VIC 12.850). *Casearia sylvestris* Swartz - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Dendrologia. Cols.: W.N. Vidal (VIC 10.162). *Casearia ulmifolia* Vahl ex Ventenat - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Cols.: A.F. Silva e N.R.L. Fontes (VIC 13.077). *Casearia ulmifolia* Vahl ex Ventenat - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Mata da Biologia. Col.: E.P. Campos (VIC 30.151). *Prockia crucis* P. Browne ex L. - Brasil, MG, Ponte Nova, Estação Experimental da EPAMIG. Col.: L.B. Rocha (VIC 11.372). *Xylosma prockia* (Turcz.) Turcz. - Brasil, MG, Viçosa, Campus da UFV, Jardim Botânico. Cols.: W.P. Lopes, A. Paula e A.C. Sevilha (VIC 17.079).

Para análise anatômica, em microscopia de luz, amostras da região mediana da lâmina foliar (nervura mediana, margem, região entre a margem e a nervura mediana e dentes marginais) e do pecíolo (região apical, mediana e basal) de folhas totalmente expandidas foram fixadas em FAA₅₀ por 24 horas sob vácuo e após esse período estocadas em etanol 70% (Johansen 1940). Posteriormente, foram desidratadas em série etílica e incluídas em metacrilato (Historesin, Leica Instruments, Heidelberg, Alemanha).

Sempre que possível, no mínimo, três indivíduos de cada táxon foram analisados. Para os indivíduos arbóreos foram coletadas diversas folhas provenientes dos ramos mais baixos, cerca de três ramos por indivíduo. Para os indivíduos arbustivos, a metodologia de coleta foi semelhante, embora não haja necessidade da preocupação com a localização do ramo, uma vez que todos possuem alturas semelhantes e encontram-se submetidos a semelhantes condições de luminosidade. Nos espécimes herborizados a coleta do material seguiu como critério para a seleção das folhas o tamanho, escolhendo-se aquelas de

tamanho médio, e o estado de preservação do material. O material herborizado foi submetido ao processo de reversão de herborização (Smith & Smith 1942), desidratado em série etélica crescente até 95% e incluído em metacrilato (Meira & Martins 2003).

Todas as amostras incluídas em metacrilato foram cortadas transversal e longitudinalmente, em um micrótomo rotativo de avanço automático (modelo RM2155, Leica Microsystems Inc., Deerfield, USA), utilizando-se navalhas de aço descartáveis. Os cortes, de 6µm de espessura, foram corados com Azul de Toluidina pH 4,0 por aproximadamente 8 minutos (O'Brien & McCully 1981) para caracterização estrutural.

Para descrever os caracteres de superfície, fragmentos foliares foram dissociados utilizando-se ácido nítrico e ácido crômico, segundo metodologia de Jensen (1962) e corados com Azul de Astra por 5 minutos e Fucsina Básica por 5 segundos (Kraus *et al.* 1998). Para a análise dos padrões de venação, as folhas foram diafanizadas utilizando-se solução de hidróxido de sódio 10% e hipoclorito 20%, intercaladas por sucessivas lavagens em água destilada (Johansen 1940, modificado) e coradas com safranina (1% solução alcoólica) por 20 minutos.

As lâminas foram montadas com resina sintética (Permout, Fisher) ou gelatina glicerinada. As observações e a documentação fotográfica foram realizadas em microscópio de luz (modelo AX70TRF, Olympus Optical, Tóquio, Japão) equipado com sistema U-Photo. Os diagramas foram efetuados em microscópio de luz (modelo CBA, Olympus Optical, Tóquio, Japão) acoplado a uma câmara clara.

Para descrever a arquitetura da folha foi utilizada a terminologia proposta por Hickey (1973) e Hickey & Wolfe (1975), para descrever os padrões cuticulares e para os estômatos a de Dilcher (1974), e para os padrões de vascularização da nervura mediana e do pecíolo a de Dickison (2000).

Amostras da margem foliar foram analisadas ao microscópio eletrônico de

varredura, a fim de se avaliar a micromorfologia dos dentes marginais; para tal foram fixadas em solução contendo 2,5% de glutaraldeído e 4% de paraformaldeído em tampão cacodilato de sódio 0,1M pH 7,2 (Karnovsky 1965, modificado), por 48 horas, e pós-fixadas, por 18 horas, em tetróxido de ósmio a 1% preparado no mesmo tampão (Bozzola & Russel 1992). Após a fixação, estas amostras foram lavadas na mesma solução tampão, sendo, então desidratadas em série etúlica e levadas à secagem ao ponto crítico (Bozzola & Russel 1992), utilizando-se equipamento CPD020 da Balzers. Após a montagem do material nos suportes, procedeu-se a deposição metálica com ouro (Bozzola & Russel 1992), utilizando-se equipamento Sputter Coater FDU 010 da Balzers, e a investigação e documentação do material em microscópio eletrônico de varredura (Leo 1430VP, Zeiss, Heidelberg, Alemanha).

Para expressar graficamente as semelhanças entre as espécies fez-se uma análise comparativa de alguns caracteres anatômicos foliares (Tabelas 1 a 4) baseados na presença ou ausência utilizando-se distância euclidiana (Sneath & Sokal 1973). As relações foram interpretadas por métodos de agrupamentos por algoritmos de médias não ponderadas (UPGMA), utilizando-se o programa MVSP (Multi-Variate Statistical Package).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As onze espécies de Flacourtiaceae estudadas apresentam folhas simples, com margens denteadas (Figs. 1 a 12). Segundo Hickey & Wolfe (1975), o tipo de dente marginal presente nas folhas das dicotiledôneas é um caráter muito estável, constituindo-se em ferramenta bastante interessante para a taxonomia.

Diversos autores ressaltaram a presença do dente do tipo teóide e seu derivado salicóide dentre as Flacourtiaceae (Hickey & Wolfe 1975, Judd 1997, Bernhard & Endress 1999, Chase *et al.* 2002). Os dentes teóides possuem a nervura mediana do dente em direção ao ápice, que se encontra encapuzado por uma seta opaca decídua. Já nos dentes

salicóides a seta é retida como uma calosidade esférica escura, que não é opaca nem decídua e se encontra fusionada ao ápice do dente (Hickey & Wolfe 1975, Hickey 1973).

Nas espécies analisadas foi possível detectar dentes teóides em *Carpotroche brasiliensis* e nas espécies de *Casearia* (Figs. 1 a 8) e dentes salicóides em *Abatia americana*, *Banara brasiliensis*, *Prockia crucis* (Fig. 9) e *Xylosma prockia* (Figs. 10 a 12). Cada dente teóide é vascularizado por um feixe central (Figs. 2 e 8), enquanto os dentes salicóides possuem uma vascularização intensa formada pela fusão e ramificação de diversos feixes (Fig. 9). O tipo de dente mostrou-se importante taxonomicamente, uma vez que a presença do dente salicóide é um forte indício de que a planta pertence ou à família Flacourtiaceae ou Salicaceae *stricto sensu*, únicas famílias aonde o caráter já foi relatado. Podemos também inferir que o gênero *Casearia* possui uma localização basal dentro da família, uma vez que, segundo Hickey & Wolfe (1975), dos dentes teóides é que derivaram os salicóides.

Através de observações estruturais foi possível constatar que os dentes teóides mostraram-se semelhantes à hidatódios (Fig. 4). Hidatódios são aberturas na superfície da planta, especialmente folhas, por onde líquido, ao invés de vapor d'água, é secretado. Esse líquido constitui-se principalmente de água, mas é comum a presença de íons dissolvidos, e o processo pelo qual essa água é secretada recebe o nome de gutação (Fahn 1979). As estruturas aqui observadas possuem um suprimento vascular constituído exclusivamente de terminações xilemáticas e poros aquíferos, não sendo possível constatar a presença de bainha nem de epitema (Fig. 4).

Já os dentes salicóides mostraram-se semelhantes à nectários extraflorais (Thadeo *et al.* – enviado para publicação). Possuem epiderme secretora uniestratificada recobrindo a concavidade, formando uma paliçada de células, parênquima secretor (Fig. 11) e extensões vasculares que, por vezes, se ramificam (Fig. 9) até a epiderme secretora.

Para as Salicaceae *stricto sensu*, hidatódios e nectários extraflorais, anatomicamente muito semelhantes aos descritos neste trabalho para Flacourtiaceae, já foram descritos para espécies de *Populus* (Curtis & Lersten 1974, 1978).

Quanto ao padrão de venação, observou-se que em dez das espécies estudadas o padrão de venação foliar tende para o camptódromo-broquidódromo, onde as nervuras de segunda ordem se anastomosam, desde a base da folha, e formam uma série de arcos próximos ao bordo (Figs. 13 a 17). Dependendo do ângulo de fechamento, os arcos broquidódromos podem ser mais ou menos proeminentes; em geral, são mais proeminentes no ápice da folha, onde formam laços de ordem superior. Já em *Banara brasiliensis* e *Prockia crucis*, o padrão é misto acródromo-broquidódromo, onde existem cerca de duas nervuras secundárias basais que tendem ao padrão acródromo até o terço médio da folha, quando, então, se unem a outras nervuras formando arcos broquidódromos.

Os padrões de venação anteriormente descritos para as Flacourtiaceae foram pinado com nervuras laterais semicraspedódromas, broquidódromas ou eucamptódromas e palmado com as nervuras laterais convergindo, sendo este último de ocorrência comum na tribo Prockieae (Judd 1997). Os padrões visualizados nas espécies em estudo estão de acordo com a literatura, inclusive o padrão palmado foi também um caráter que permitiu o agrupamento dos representantes da tribo Prockieae estudadas (*Banara brasiliensis* e *Prockia crucis*).

Nas espécies estudadas foi possível identificar dois grupos quanto ao padrão de nervação última marginal: as espécies de *Casearia* apresentam o padrão incompleto, com terminações vasculares livres nas proximidades da margem foliar (Figs. 13 a 16), enquanto nos outros gêneros as terminações são formadas por uma série de arcos de onde podem se originar nervuras de menor porte (Fig. 17). As nervuras de terceira ordem possuem um padrão ramificado transverso, as ramificações orientadas ao longo da área intercostal (Fig.

18), e junto com as de ordem superior determinam aréolas imperfeitas, de formato irregular e distribuídas ao acaso (Figs. 19, 21 e 24). As terminações vasculares, representadas por traqueídes e esclerênquima, podem ser ramificadas (Figs. 20 e 22) ou não (Fig. 23). Embora o padrão de venação foliar se mostre bastante uniforme nas espécies estudadas, determinados aspectos podem predominar numa tribo ou outra. Por exemplo, todos os representantes da tribo Casearieae possuem venação última marginal incompleta, enquanto esse padrão é em arcos nas espécies pertencentes às outras tribos.

Embora vários autores utilizem a venação foliar para fins taxonômicos e/ou caracterização das espécies (Cardoso & Sajo 2006, Reis *et al.* 2004, Moraes & Paoli 1999), esta característica deve ser considerada com parcimônia. Dilcher (1974), em uma revisão sobre o uso taxonômico e ecológico da venação e dos padrões cuticulares de folhas, incluindo desde estudos com espécies fósseis até plantas atuais, salienta que folhas de um mesmo gênero e espécie podem exibir densidades diferentes de microvenação, na dependência de certos fatores ambientais, levantando sérias dúvidas quanto à utilização do tamanho de aréolas e padrões de ramificações de vênulas para fins taxonômicos.

Os estômatos, de um modo geral, estão restritos à superfície abaxial (Figs. 25, 28, 31, 34, 38, 40, 42 e 45), são do tipo braquiparacítico (Figs. 27, 33, 37 e 44), e estão nivelados com as demais células epidérmicas (Figs. 47, 50, 51, 54, 56, 59, 60 e 61). As únicas espécies que não seguiram esse padrão foram *Carpotroche brasiliensis*, apresentando estômatos anomocíticos (Fig. 30), e *Casearia ulmifolia*, com estômatos em ambas as superfícies embora mais abundantes na abaxial (Figs. 45, 46, 60 a 62). Vale ressaltar que além do tipo braquiparacítico predominante, foram também observados estômatos paracíticos típicos e também tipologias intermediárias entre esses dois tipos, embora em proporção mais reduzida.

A presença de estômatos paracíticos e anomocíticos já foi relatada para a família por diversos autores (Solereeder 1908, Metcalfe & Chalk 1950, Merida & Medina 1967, Judd 1997). Van Cotthem (1970) ressaltou que os estômatos do tipo paracíticos necessitam de uma observação mais cautelosa, pois notou que por vezes eles podem não estar totalmente circundados, em um ou em ambos os pólos, pelas células epidérmicas ordinárias. Ou seja, as células subsidiárias não se tocam nos pólos do estômato. Dilcher (1974) propôs então o termo braquiparacítico para tais estômatos. A ocorrência concomitante de estômatos paracíticos, braquiparacíticos e tipologias intermediárias já foi relatada para representantes das Magnoliaceae (Baranova 1972).

Em vista frontal, as células epidérmicas variaram bastante quanto ao contorno. Algumas espécies apresentaram células da superfície adaxial com contorno reto (*Abatia americana*, *Banara brasiliensis* – Fig. 26, *Casearia arborea* – Fig. 39, *C. decandra* – Fig. 41, *C. gossypiosperma*, *C. obliqua*, *C. sylvestris* – Fig. 43 e *C. ulmifolia* – Fig. 46), outras com contorno sinuoso (*Carpotroche brasiliensis* – Fig. 29 e *Xylosma prockia* – Fig. 35) enquanto *Prockia crucis* não se enquadrou em nenhum dos dois grupos, apresentando células com contorno reto a levemente sinuoso (Fig. 32). Para a superfície abaxial também ocorreu variação, contorno reto em *Abatia americana*, *Banara brasiliensis* – Fig. 25, *Casearia decandra* – Fig. 40, *C. gossypiosperma* e *C. sylvestris* – Fig. 42; contorno sinuoso em *Carpotroche brasiliensis* – Fig. 28, *Casearia arborea* – Fig. 38, *Prockia crucis* – Fig. 31 e *Xylosma prockia* – Fig. 34; e contorno reto à levemente sinuoso em *Casearia obliqua* e *C. ulmifolia* (Fig. 45). As células epidérmicas que revestem as nervuras apresentam-se alongadas e com paredes anticliniais retas (Figs. 31, 34, 38 e 46).

A sinuosidade das paredes epidérmicas está ligada à função mecânica que aumenta a rigidez das células evitando o colapso de parede, devido à escassez de água (Haberlandt, 1928). Pyykkö (1979) observou maior sinuosidade nas paredes das células epidérmicas de

folhas de estratos arbóreos inferiores enquanto as folhas de estratos superiores possuíam paredes retas, admitindo portanto, a possibilidade de correlação entre a sinuosidade das paredes das células epidérmicas e a intensidade luminosa à qual a folha está submetida.

A cutícula, de modo geral, é lisa e delgada. Exceções foram *Banara brasiliensis* (Figs. 49 e 50) e *Casearia decandra*, com cutícula espessa na face adaxial, e *Xylosma prockia*, com cutícula estriada (Figs. 36 e 53).

Tricomas tectores unicelulares e não ramificados, de tamanhos variados e paredes espessadas (Figs. 31, 32 e 48), por vezes com a extremidade curvada formando um gancho (Fig. 42), possuem ampla distribuição tanto na superfície da lâmina quanto na do pecíolo das espécies estudadas. Esses tricomas estão localizados tanto na superfície adaxial quanto abaxial da folha e preferencialmente nos locais que recobrem as nervuras e na superfície abaxial. Em *C. arborea*, concomitantemente aos tricomas unicelulares e não ramificados, ocorrem tricomas pluricelulares ramificados, apresentando de duas a três células (Figs. 38 e 58). *Abatia americana* e *Casearia arborea*, baseando-se somente em análise visual, foram as espécies mais pilosas.

Em *Carpotroche brasiliensis* e *Xylosma prockia* as células epidérmicas ordinárias estão intercaladas com células epidérmicas solitárias ou em grupos de duas a quatro células pequenas e de contorno circular que contêm cristais (Fig. 37). Esses cristais ocorrem principalmente nas células epidérmicas que revestem as nervuras (Fig. 34), sendo do tipo drusas (Fig. 52) em *C. brasiliensis* e monocristais (Fig. 54) em *X. prockia*.

A presença de cristais epidérmicos para *Xylosma* foi relatada por Solereder (1908) como uma característica de grande valor no reconhecimento de material estéril. Metcalfe & Chalk (1950), além da presença dos cristais epidérmicos em *Xylosma*, também relataram a sua existência no gênero *Casearia*, característica que não foi confirmada neste trabalho. Vale ressaltar que o gênero *Casearia* possui distribuição pantropical, portanto os autores

podem ter analisado espécies diferentes das analisadas no presente trabalho, justificando assim as diferenças encontradas nos resultados obtidos.

Somente *Abatia americana* apresentou hipoderme, variando de um a dois estratos de células (Fig. 47). As demais espécies estudadas apresentaram epiderme unisseriada sem a presença de camadas subepidérmicas. Vale ressaltar que a denominação de hipoderme

As células epidérmicas de todas as espécies estudadas possuem um formato tabular típico, excetuando-se as regiões marginais e as nervuras medianas e de menor calibre, aonde as células apresentaram caráter papiloso.

Características epidérmicas têm sido taxonomicamente úteis em diversas famílias de dicotiledôneas, incluindo, entre outras, as Celastraceae (Den Hartog & Baas 1978), Euphorbiaceae (Raju & Rao 1977) e Magnoliaceae (Baranova 1972). Em diferentes condições ecológicas, o tamanho das células, a frequência de estômatos e de tricomas e a configuração das paredes anticlinais podem variar, enquanto o posicionamento e orientação dos estômatos, a morfologia dos tricomas e o tipo de estômato são caracteres menos variáveis. Entretanto, quando muitos caracteres epidérmicos são considerados em conjunto, com um melhor entendimento da sua variabilidade, eles podem tornar-se extremamente úteis, por vezes essenciais, para a taxonomia das angiospermas (Dilcher 1974). Para as espécies de Flacourtiaceae estudadas, algumas características epidérmicas tiveram caráter diagnóstico: a presença de idioblastos cristalíferos na epiderme em *Xylosma prockia* e *Carpotroche brasiliensis*, a presença de estômatos anomocíticos em *Carpotroche brasiliensis* e de cutícula estriada em *Xylosma prockia*, facilitando portanto a identificação dessas espécies.

O mesofilo é dorsiventral, exibindo claramente uma diferenciação entre o parênquima paliçádico e o lacunoso (Figs. 47, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 60 a 62). No parênquima paliçádico as células são alongadas, justapostas e de espessura uniforme, sendo interrompidas apenas na região da nervura mediana. Esse tecido apresenta-se unisseriado em *Carpotroche brasiliensis* (Fig. 52), com uma a duas camadas de células em *Abatia americana* (Fig. 47), *Casearia arborea* (Fig. 57) e *C. ulmifolia* (Figs. 60 a 62), e com duas camadas de células em *Banara brasiliensis* (Fig. 50), *Casearia decandra*, *C. gossypiosperma*, *C. obliqua*, *C. sylvestris*, *Prockia crucis* (Fig. 56) e *Xylosma prockia* (Fig.

54). O parênquima lacunoso, de modo geral, possui um arranjo frouxo, com abundantes espaços intercelulares, e pode ocupar de dois terços à metade do mesofilo.

A espessura da lâmina, bem como a disposição e número de camadas dos tecidos fotossintéticos foliares, constituem-se em caracteres muito plásticos, sendo influenciados pela umidade do ar e do solo, pela temperatura e disponibilidade luminosa, como indicam os estudos comparativos de folhas de sol e de sombra de uma mesma espécie (Larcher 2000).

Ductos e cavidades secretoras estão presentes em todas as espécies de *Casearia* estudadas. Em secção transversal da nervura mediana, ductos encontram-se distribuídos irregularmente no parênquima fundamental, localizados tanto na superfície abaxial quanto na adaxial (Figs. 69, 64 e 72), sendo esta caracterização confirmada pelo lúmen alongado observado nos cortes longitudinais (Fig. 71). No mesofilo e na região próxima à margem existem numerosas cavidades com localização subepidérmica (Fig. 57) ou distribuídas na interface do parênquima paliçádico com o lacunoso (Figs. 57 e 62). Em *C. arborea* e *C. sylvestris*, existem ductos dispersos na região do floema (Figs. 64B e 64E, 69 e 70). Com exceção de *C. ulmifolia*, que apresenta as cavidades do mesofilo dispersas somente na interface dos parênquimas paliçádico e lacunoso (Fig. 62), todas as outras espécies as apresentam dispersas no mesofilo (Fig. 57).

Os tipos de estruturas secretoras encontradas no presente trabalho e a posição que ocupam nos órgãos foliares têm valor diagnóstico para *Casearia*, tanto em nível genérico quanto específico (Tabs. 2, 3 e 4). Segundo Fahn (1979), as estruturas secretoras apresentam uma grande variação na morfologia, anatomia, função, posição que ocupam e tipo de substância que secretam. O estudo da anatomia dessas estruturas pode ser um componente importante para as avaliações taxonômicas (Solereider 1908, Metcalfe & Chalk 1950). Investigando plantas xeromórficas do leste da Patagônia, Pyykkö (1966)

concluiu que as estruturas secretoras têm significado taxonômico, sendo mais características em certas famílias e gêneros do que em grupos ecológicos.

Idioblastos cristalíferos contendo drusas e monocristais estão abundantemente dispersos pela lâmina (Figs. 22, 51 e 56), inclusive na região do floema. A única espécie que não apresentou idioblastos cristalíferos foi *Abatia americana*, e em *Xylosma prockia*, apesar de serem muito abundantes, ocorrem apenas monocristais (Fig. 23). Esses cristais, em muitas das espécies, encontram-se nas células que estão associadas aos feixes vasculares formando uma bainha cristalífera (Figs. 49 e 55), e podem também ser encontrados dentro de elementos de sustentação do tecido esclerenquimático. Fato semelhante foi descrito por Barcock & Quimby (1962), quando observaram cristais preenchendo completamente os braquiesclereídes presentes na casca de *Casearia sylvestris*.

Na nervura mediana o sistema vascular esta constituído por xilema em posição adaxial e floema abaxial, em forma de arco plano (Figs. 63B, 63E, 64, 69, 70 e 73), com esclerênquima tanto na face adaxial quanto abaxial (Figs. 63B, 63E, 64A-C, 64E, 64F, 69, 73 e 74). A única espécie em que o esclerênquima não estava presente foi *Casearia obliqua* (Fig. 64D). Nas nervuras das folhas mais amplas o sistema vascular forma um cilindro, pois, em adição ao feixe vascular em forma de arco existe um segundo feixe com orientação inversa. Esse padrão ocorreu em *Abatia americana* (Fig. 63A) e em *Carpotroche brasiliensis* (Fig. 63C). Em *Prockia crucis* o feixe apresentou um padrão intermediário entre o encontrado em *A. americana* e *C. brasiliensis*, o arco apresentou as extremidades invaginadas (Fig. 63D). As células esclerenquimáticas que acompanham a nervura mediana, na maioria dos casos, são fibras (Figs. 69, 70, 73 e 74), mas podem ocorrer também alguns braquiesclereídes. Os feixes vasculares das nervuras de menor

calibre seguem o mesmo padrão apresentado para a nervura mediana e são acompanhados por calotas de fibras tanto na face adaxial como na abaxial (Figs. 49, 52 e 53).

Em algumas espécies, no floema da nervura mediana (Figs. 63B-D, 63F, 69 e 70) e do pecíolo (Figs. 66A, 66D, 67A, 67C-F, 75, 76 e 77), ocorrem diversos idioblastos de coloração esverdeada (quando corados com Azul de Toluidina), o que indica a presença de compostos fenólicos. Esses idioblastos também se encontram dispersos no parênquima fundamental do pecíolo (Figs. 67A, 67D, 67E, 67G e 75) e, por vezes, no xilema (Figs. 64A-C, 67A-D, 67F e 77).

Nas camadas subepidérmicas da região da nervura mediana, do pecíolo e da margem foliar ocorre colênquima como um caráter constante em todas as espécies analisadas (Figs. 4, 69, 75 e 80).

A anatomia do pecíolo fornece, freqüentemente, subsídios para a identificação de determinados taxa, sendo que a porção distal do pecíolo é a mais significativa em termos taxonômicos (Howard 1979). A forma e a anatomia do pecíolo variaram muito pouco da região distal para a proximal em todas as espécies analisadas de Flacourtiaceae.

De um modo geral, os pecíolos das esp

floema abaxial, em forma de arco com as extremidades levemente fletidas e que contêm esclerênquima preferencialmente na face abaxial (Figs. 66B, 67, 75, 77 e 80). Inclusive, nas folhas mais amplas, o sistema vascular também forma um cilindro, como visualizado em *Abatia americana* (Fig. 66A), *Carpotroche brasiliensis* (Fig. 66C) e *Prockia crucis* (Fig. 66D). O esclerênquima não estava presente em *Abatia americana* (Fig. 66A), *Casearia gossypiosperma* (Figs. 67D e 77) e *Casearia obliqua* (Figs. 67E e 76). As células esclerenquimáticas, assim como na nervura mediana, na maioria dos casos, são fibras, mas podem ocorrer também alguns braquiesclereídes.

Câmbio vascular encontra-se presente em todas as espécies estudadas (Fig. 76), e em alguns cortes de espécies de *Casearia* foi possível visualizar a formação de uma periderme nas aletas adaxiais do pecíolo (Fig. 75). Esse câmbio pode originar uma estrutura secundária no feixe vascular, dando origem, em alguns casos, a um órgão com crescimento secundário, como visto para o pecíolo de *Casearia decandra* (Fig. 67B). Existem muitos relatos da atividade cambial em folhas de gimnospermas (Mauseth 1988), mas para as dicotiledôneas esses relatos mostram-se mais restritos (Shtromberg 1959, Teixeira & Gabrielli 2006).

À semelhança do que já foi descrito para a lâmina, cristais foram observados na epiderme do pecíolo (Fig. 79). Apenas em *Abatia americana* não foram observados cristais no parênquima fundamental nem no floema do pecíolo, entretanto esta foi a única espécie em que foram observados estômatos na epiderme do pecíolo.

Os caracteres anatômicos do sistema vascular podem fornecer dados importantes para serem aplicados na taxonomia (Metcalf & Chalk 1979). No presente trabalho, o sistema vascular, tanto da nervura mediana quanto do pecíolo, forneceu dados valiosos que foram de fundamental importância para a separação das espécies.

Neste trabalho foram descritas anatomicamente onze espécies de Flacourtiaceae, com ênfase nos caracteres semelhantes e distintos. Diversos caracteres anatômicos eram de ocorrência comum entre as espécies, enquanto outros estavam restritos a algumas delas, mostrando, assim, que são de valor taxonômico tanto em nível genérico quanto específico. Baseando-se nesses caracteres foi elaborada uma chave de identificação para as espécies ocorrentes na Zona da Mata Mineira.

Chave de identificação para as espécies de Flacourtiaceae ocorrentes na Zona da Mata Mineira baseada em caracteres anatômicos foliares

1. Margem da lâmina com dente teóide2
1. Margem da lâmina com dente salicóide8

2. Estruturas secretoras internas (ductos e cavidades) ausentes; epiderme com idioblastos cristalíferos (drusas); estômatos anomocíticos; nervura última marginal em arcos; feixe vascular da nervura mediana em cilindro medulado*Carpotroche brasiliensis*
2. Estruturas secretoras internas (ductos e cavidades) presentes; epiderme sem idioblastos cristalíferos; estômatos predominantemente braquiparacíticos; nervura última marginal incompleta; feixe vascular da nervura mediana em arco plano3

3. Folhas anfiestomáticas; cavidades do mesofilo localizadas na interface do parênquima paliádico e parênquima lacunoso.....*Casearia ulmifolia*
3. Folhas hipoestomáticas; cavidades dispersas no mesofilo4

4. Ductos no floema5
4. Ductos no floema ausentes7

5. Cavidades dispersas pela lâmina, mais densas nos bordos.....*Casearia obliqua*
5. Cavidades dispersas pela lâmina6

6. Tricomas tectores pluricelulares ramificados *Casearia arborea*
6. Tricomas tectores unicelulares e não ramificados *Casearia sylvestris*

7. Feixe vascular do pecíolo com esclerênquima*Casearia decandra*
7. Feixe vascular do pecíolo sem esclerênquima *Casearia gossypiosperma*

8. Epiderme com idioblastos cristalíferos (monocristais); cutícula estriada*Xylosma prockia*
8. Epiderme sem idioblastos cristalíferos; cutícula lisa.....9

9. Hipoderme; mesofilo e floema sem idioblastos cristalíferos*Abatia americana*
9. Hipoderme ausente, mesofilo e floema com idioblastos cristalíferos10

10. Vascularização em arco plano na nervura mediana; vascularização em arco com as extremidades fletidas no pecíolo*Banara brasiliensis*
10. Vascularização em arco com as extremidades invaginadas e com feixes acessórios na nervura mediana; vascularização em cilindro medulado no pecíolo*Prockia crucis*

Nas Tabelas 1 a 4 foram sumarizados os resultados quanto ao padrão de venação, caracteres epidérmicos, da lâmina e do pecíolo das folhas das espécies de Flacourtiaceae, visando uma comparação entre os clados estudados. A análise de agrupamento feita com base nestes caracteres (Fig. 81) demonstra que, à exceção de *Abatia americana* que foi a única espécie que não se agrupou com as demais, a morfologia externa, associada aos caracteres de anatomia foliar, separa as espécies estudadas em dois grupos bem definidos: o primeiro constituído pelas espécies do gênero *Casearia* e um segundo reunindo *Xylosma prockia*, *Banara brasiliensis*, *Prockia crucis* e *Carpotroche brasiliensis* (Fig. 81). Vale ressaltar que *Banara brasiliensis* e *Prockia crucis* formaram um grupo menor, fato que corrobora a abordagem taxonômica que reúne esses dois gêneros em uma mesma tribo (Chase *et al.* 2002).

Abatia americana pertence a tribo Abatieae, tribo esta que tem sido questionada como um clado da família Flacourtiaceae. Alguns autores sugerem que os representantes dessa tribo sejam melhor alocados dentro da família Passifloraceae (Lemke 1988, Takhtajan 1997). Entretanto, com base nos dados de biologia molecular, Chase *et al.* (2002) concluíram que a tribo pertence à família Flacourtiaceae e está intimamente relacionada com a tribo Prockieae. Os resultados obtidos no presente trabalho não corroboram a abordagem baseada em dados moleculares, pois a espécie estudada foi a única avaliada que ficou isolada. Isso sugere que estudos envolvendo um maior número de espécies, além de uma maior número de caracteres, devam ser realizados.

O gênero *Carpotroche* (pertencente à tribo Oncobeeae), de acordo com os dados de biologia molecular (Chase *et al.* 2002), foi realocado na família Achariaceae. No presente estudo, *C. brasiliensis* apareceu intimamente relacionada com os representantes da tribo

Prockieae. Embora não tenham sido analisadas espécies pertencente à família Achariaceae *strictu sensu*, e tampouco avaliada a presença dos glicosídeos cianogênicos característicos da tribo, os resultados sobre a anatomia apresentados no presente estudo reforçam a necessidade de uma revisão taxonômica.

Apesar das espécies de *Casearia* apresentarem grande variação morfológica entre os indivíduos de uma mesma espécie e algumas espécies serem muito semelhantes vegetativamente, é possível destacar caracteres anatômicos que são constantes em nível genérico e caracteres que possibilitam a correta identificação das espécies.

As relações taxonômicas da família Flacourtiaceae são bastante controversas. Diversos autores ressaltam a íntima relação entre Flacourtiaceae e Salicaceae (Metcalf & Chalk 1950, Hickey & Wolfe 1975, Meeuse 1975, Miller 1975, Cronquist 1988, Leskinen & Alström-Rapaport 1999, Azuma *et al.* 2000, Chase *et al.* 2002). Neste trabalho foram identificados caracteres que corroboram a proximidade entre esses clados, tais como: a presença do dente salicídeo, tricomas simples unicelulares e não ramificados, estômatos braquiparacíticos, crescimento secundário no pecíolo, abundância de cristais, feixes colaterais e em forma de arco na nervura mediana, mesofilo dorsiventral e esclerênquima acompanhando os feixes.

Os estudos anatômicos feitos nas espécies de Flacourtiaceae permitem concluir: 1. a anatomia foliar pode fornecer dados para auxiliar na taxonomia da família, tanto em nível genérico quanto específico; 2. a análise de espécimes provenientes de localidades distintas é de fundamental importância para que se possa levar em consideração a variação que ocorre na estrutura anatômica determinada pelas condições ambientais; 3. a associação de alguns caracteres; como o tipo de venação última marginal, dente marginal, estruturas secretoras, padrões cuticulares, presença de hipoderme e de cristais epidérmicos, tipo de

tricomas e padrões de vascularização; se mostrou fundamental para a separação das espécies estudadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Cláudia Alencar Vanetti e João Marcos de Araújo, pela colaboração na captura de imagens digitais ao microscópio eletrônico de varredura, à Walnir G. Ferreira, Gilmar Valente e João Augusto Meira Neto pelo auxílio na coleta dos espécimes, à Roseli B. Torres pela identificação do material e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, M. V.; Estelita, M. E. M.; Wanderley, M. G. L. & Thomas, W. W. 2002. Aplicações taxonômicas da anatomia foliar de espécies brasileiras de *Hypolytrum* Rich. (Cyperaceae). - Revista Brasileira de Botânica 25: 1-9.
- APG: The Angiosperm Phylogeny Group. 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. - Annals of the Missouri Botanical Garden 85: 531-553.
- Azuma, T.; Kajita, T.; Yokoyama, J. & Ohashi, H. 2000. Phylogenetic relationships of *Salix* (Salicaceae) based on *rbcl* sequence data. - American Journal of Botany 87: 67-75.
- Baas, P. 1984. Vegetative anatomy and taxonomy of *Berberidopsis* and *Streptothamnus* (Flacourtiaceae). - Blumea 30: 39-44.
- Baranova, M. A. 1972. Systematic anatomy of the leaf epidermis of Magnoliaceae and some related families. - Taxon 21: 447-469.
- Barcock, P.A. & Quimby, M. W. 1962. Histological study of *Aristolochia triangularis*, *Casearia sylvestris*, and *Schinopsis balansae*. - Journal of Pharmaceutical Sciences 51: 555-562.
- Barroso, G. M.; Peixoto, A. L.; Ichaso, C. L. F.; Guimarães, E. F. & Costa, C. G. 2002. -Sistemática das angiospermas do Brasil, Vol. 1, 2ª ed. - Editora UFV, Viçosa.
- Bernhard, A. & Endress, P. K. 1999. Androecial development and systematics in *Flacourtiaceae s. l.* - Plant Systematics and Evolution 215: 141-155.
- Bozzola, J. J. & Russel, L. D. 1992. Electron microscopy. - Jones and Bartlett Publishers, Boston.
- Caiafa, A. N. 2002. Composição florística e estrutura da vegetação sobre um afloramento rochoso no parque estadual da Serra do Brigadeiro, MG - Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- Campos, E. P. de. 2002. Florística e estrutura horizontal da vegetação arbórea de uma ravina em um fragmento florestal no município de Viçosa – MG - Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Cardoso, C. M. V. & Sajo, M. G. 2006. Nervação foliar em espécies brasileiras de Myrtaceae Adans. - Acta Botanica Brasilica 20: 657-669.
- Chase, M. W.; Soltis, D. E.; Olmstead, R. G.; Morgan, D.; Les, D. H.; Mishler, B. D.; Duvall, M. R.; Price, R. A.; Hills, H. G.; Qiu, Y. -L.; Kron, K. A.; Rettig, J. H.; Conti, E.; Palmer, J. D.; Manhart, J. R.; Sytsma, K. J.; Michaels, H. J.; Kress, W. J.; Karol, K. G.; Clark, W. D.; Hedrén, M.; Gaut, B. S.; Jansen, R. K.; Kim, K. -J.; Wimpee, C. F.; Smith, J. F.; Furnier, G. R.; Strauss, S. H.; Xiang, Q. -Y.; Plunkett, G. M.; Soltis, P. S.; Williams, S. E.; Gadek, P. A.; Quinn, C. J.; Eguiarte, L. E.; Golenberg, E.; Learn, G. H.; Graham, S. W.; Barrett, S. C. H.; Dayanandan, S. & Albert, V. A. 1993. Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*. - Annals of the Missouri Botanical Garden 80: 528-580.
- Chase M. W. & Swensen, S. M. 1995. Relationships of Violales sensu Cronquist from the perspective of cladistic analyses of *rbcL* sequence data. - American Journal of Botany 82: 119.
- Chase, M. W.; Zmarzty, S.; Lledó, M. D.; Wurdack, K.; Swensen, S. M. & Fay, M. F. 2002. When in doubt, put it in Flacourtiaceae: a molecular phylogenetic analysis based on plastid *rbcL* DNA sequences. - Kew Bulletin 57: 141-181.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. – Columbia University Press, New York.
- Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. - Houghton Mifflin, New York.
- Curtis, J. D. & Lersten, N. R. 1974. Morphology, seasonal variation, and function of resin glands on buds and leaves of *Populus deltoides* (Salicaceae). - American Journal of Botany 61: 835-845.
- Curtis, J. D. & Lersten, N. R. 1978. Heterophylly in *Populus grandidentata* (Salicaceae) with emphasis on resin glands and extrafloral nectaries. - American Journal of Botany 65: 1003-1010.
- Den Hartog, R. M. & Baas P. 1978. Epidermal characters of the Celastraceae sensu lato. - Acta Botanica Neerlandica 27: 355-388.
- Dickison, W. C. 2000. Integrative Plant Anatomy. - Academic Press., California.
- Dilcher, D. L. 1974. Approaches to the identification of angiosperms leaf remains. - The Botanical Review 40: 1-157.
- Duke, J. A. 1969. On tropical tree seedlings. 1. Seeds, seedlings, systems, and systematics. - Annals of the Missouri Botanical Garden 56: 125-161.
- Fahn, A. 1979. Secretory tissues in plants. - Academic Press, London.
- Fahn, A. & Cutler, D. 1992. Xerophytes. - Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Feller, I. C. 1996. Effects of nutrient enrichment on leaf anatomy of dwarf *Rhizophora mangle* L. (Red Mangrove). - Biotropica 28: 13-22.

Ferreira Jr., W. G. 2004. Composição, estrutura e análise de gradientes em uma floresta estacional semi-decídua (Viçosa-MG) - Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

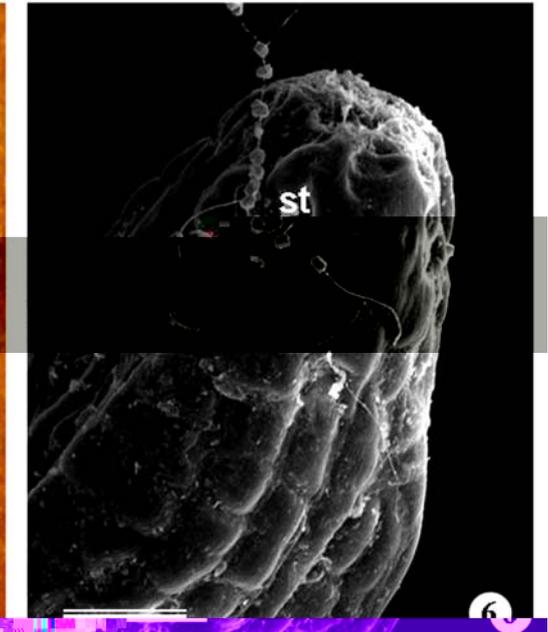
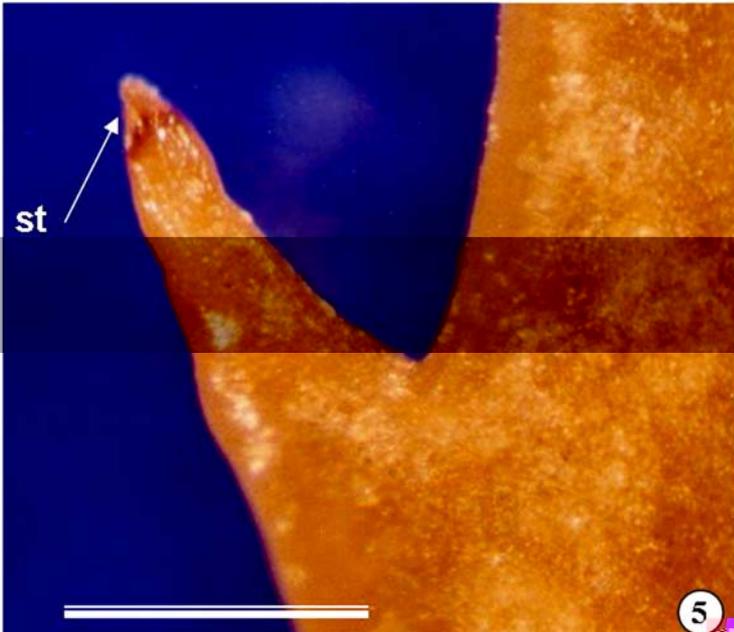
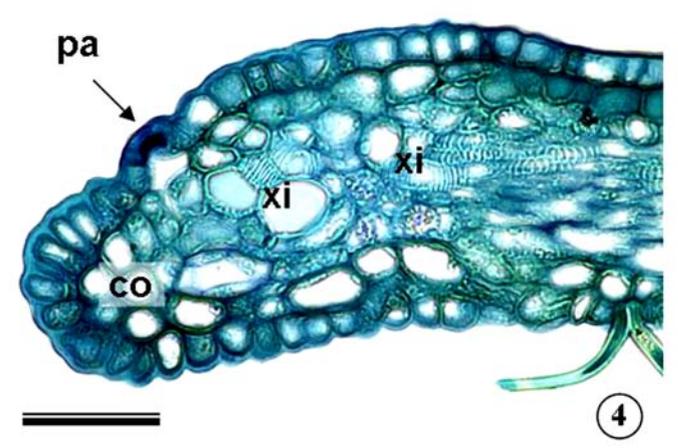
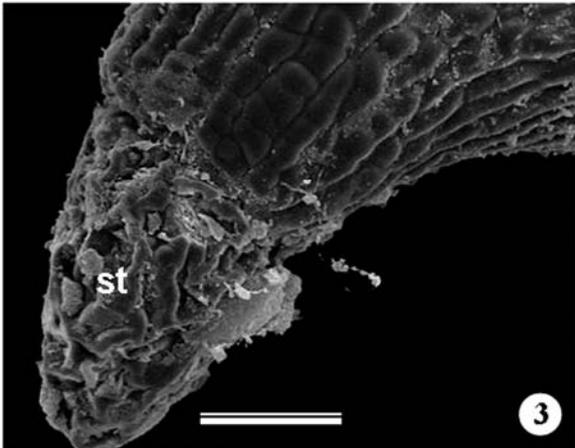
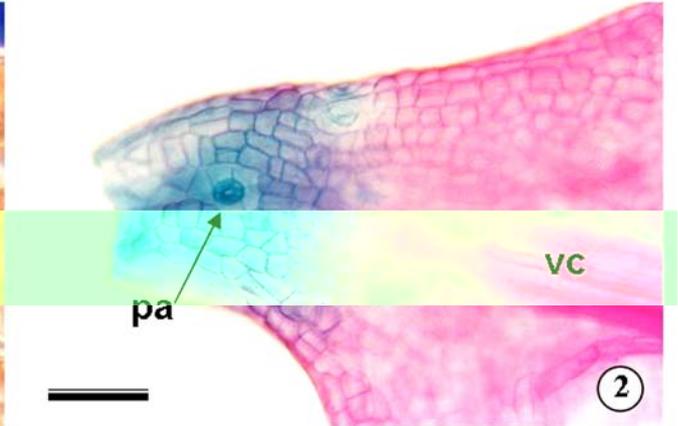
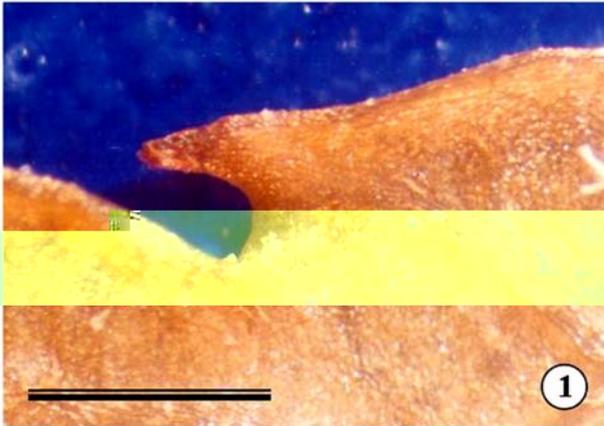
Golycheva, M. D. 1975. Leaf anatomy of *Idesia polycarpa* Maxim. And other Flacourtiaceae in connection with the problem of affinitive interrelations between the families Salicaceae and Flacourtiaceae. -

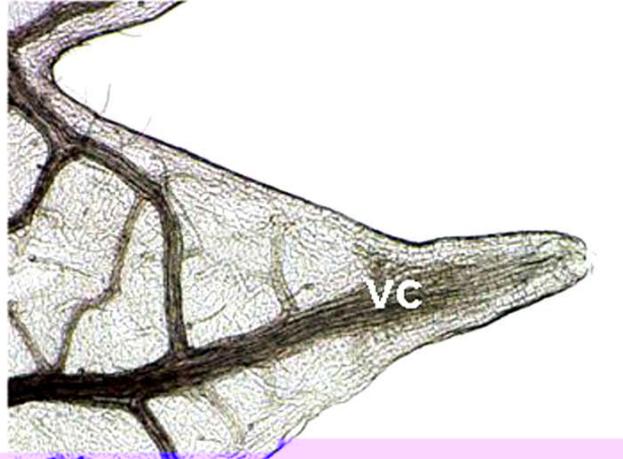
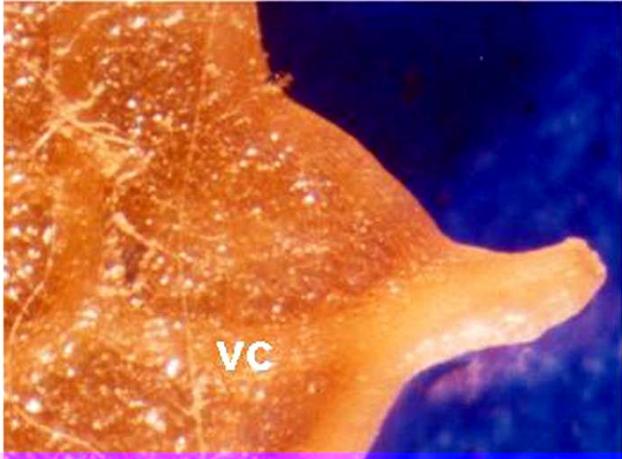
hiig.JG.1:9:6..nerai()-6o:f8-05(()-6fli)11.2oweir8-05(ii)429n:g p:lñio0468(n.)-1.2()-6Psr8-05(hes)77(s,()-6Os)5.4x:fo046

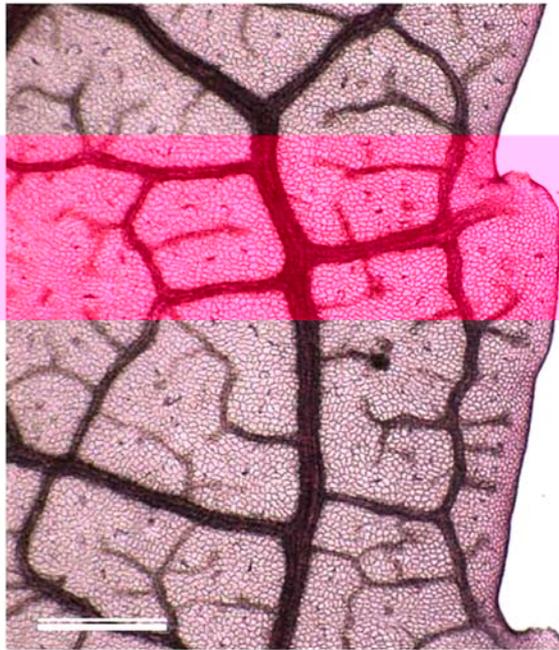
- Krishnan, N. 1986. Taxonomic status of *Flacourtia ramontchi* L'Herit.- Current Science Bangalore 55: 868-869.
- Larcher, W. 2000. Ecofisiologia vegetal. - Rima Artes e Textos, São Carlos.
- Lemke, D. E. 1983. Taxonomy of *Neopringlea* (Flacourtiaceae). - Systematic Botany 8: 430-435.
- Lemke, D. E. 1987a. Morphology, xylem anatomy, and relationships of *Neopringlea* (Flacourtiaceae). - Ibid 12: 609-616.
- Lemke, D. E. 1987b. Tribal relationships of *Bartholomaeae* (Flacourtiaceae). - Brittonia 39: 436-439.
- Lemke, D. E. 1988. A synopsis of Flacourtiaceae - Aliso 12: 29-43.
- Lersten, N. R. & Curtis, J. D. 1994. Leaf anatomy in *Caesalpinia* and *Hoffmannseggia* (Leguminosae, Caesalpinioideae) with emphasis on secretory structures - Plant Systematics and Evolution 192: 231-255.
- Leskinen, E. & Alström-Rapaport, C. 1999. Molecular phylogeny of Salicaceae and closely related Flacourtiaceae: evidence from 5.8 S, TIS 1 and ITS 2 of the rDNA. - Plant Systematics and Evolution 215: 209-227.
- Mariscal-Flores, E. J. 1993. Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de Mata Atlântica secundária, Município de Viçosa, Minas Gerais - Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Mauseth, J. D. 1988. Plant anatomy. - The Benjamin/Cummings Publishing Co., California.
- Meeuse, A. D. J. 1975. Taxonomic relationships of Salicaceae and Flacourtiaceae: their bearing on interpretative floral morphology and dilleniid phylogeny. - Acta Botanica Neerlandica 24: 437-457.
- Meira, R. M. S. & Martins, F. M. 2003. Inclusão de material herborizado em metacrilato para estudos de anatomia vegetal - Revista Árvore 27: 109-112.
- Meira-Neto, J. A. A. & Martins, F. R. 2002. Composição florística de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa - MG - Revista Árvore 26: 437-446.
- Merida, T. & Medina, E. 1967. Anatomia y composicion foliar de arboles de las sabanas de Trachypogon en Venezuela. - Boletim da Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 27: 45-55.
- Metcalf, C. R. 1952. The anatomical structure of the Dioncophyllaceae in relation to the taxonomic affinity of the family. - Kew Bulletin 1951: 351-368.
- Metcalf, C. F. & Chalk, L. 1950. Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses, Vol. I - Clarendon Press, Oxford.
- Metcalf, C. R.; Chalk, L. 1979. Anatomy of the dicotyledons: systematic anatomy of leaf and stem with a brief history of the subject, Vol. 1, 2nd ed. - Clarendon Press, Oxford.
- Metcalf, C. R.; Chalk, L. 1983. Anatomy of the dicotyledons: wood structure and conclusion of the general introduction, Vol. 2, 2nd ed. - Clarendon Press, Oxford.
- Miller, R. B. 1975. Systematic anatomy of the xylem and comments on the relationships of Flacourtiaceae - Journal of the Arnold Arboretum 56: 20-102.

- Moraes, P. L. R. & Paoli, A. A. S. 1999. Epiderme e padrão de venação foliar de espécies de Lauraceae - Acta Botanica Brasilica 13: 87-97.
- Morawetz, W. 1981. Zur systematischen Stellung der Gattung *Prockia*: Karyologie und Epidermisskulptur im Vergleich zu *Flacourtia* (Flacourtiaceae), *Grawia* (Tiliaceae) und verwandten Gattungen. – Plant Systematics and Evolution 139: 57-78.
- Mukherjee, P. 1975. Cytotaxonomical studies on *Bixa* and *Flacourtia*. – Bulletin Bot. Soc. Bengal 29: 25-27.
- Nandi, O. I.; Chase, M. W. & Endress, P. K. 1998. A combined cladistic analysis of angiosperms using *rbcL* and non-molecular data sets. – Annals of the Missouri Botanical Garden 85: 137-214.
- O'Brien, T. P. & McCully, M. E. 1981. The study of plant structure principles and selected methods - Termarcarphi Pty. Ltda, Melbourne
- Paula, C. C. 1998. Florística da família Bromeliaceae no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, MG – Brasil - Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Pyykkö, M. 1966. Morphology and anatomy of leaves from some woody plants in a humid tropical forest of Venezuelan Guayana. – Acta Botanica Fennica 112: 1-41.
- Raju, V. S. & Rao, P. N. 1977. Variation in the structure and development of foliar stomata in the Euphorbiaceae. – Botanical Journal of the Linnean Society 75: 69-97.
- Raven, P. H. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: cytology. – Annals of the Missouri Botanical Garden 62: 724-764.
- Rehfeldt, A. G.; Schulte, E. & Spener, F. 1980. Occurrence and biosynthesis of cyclopentenyl fatty acids in leaves and chloroplasts of Flacourtiaceae. – Phytochemistry 19: 1685-1689.
- Reis, C.; Proença, S. L. & Sajo, M. G. 2004. Vascularização foliar e anatomia do pecíolo de Melastomataceae do cerrado do estado de São Paulo, Brasil. – Acta Botanica Brasilica 18: 987-999.
- Sartori, A. L. B. & Tozzi, A. M. G. A. 2002. Comparative leaflet anatomy in *Myrocarpus* Allemão, *Myroxylon* L. f. and *Myrospermum* Jacq. (Leguminosae-Papilionoideae-Sophoreae) species - Botanical Journal of the Linnean Society 140: 249-259.
- Scatena, V. L.; Cardoso, V. A. & Giulietti, A. M. 1999. Morfoanatomia de espécies de *Blastoculon* Ruhland (Eriocaulaceae) - Acta Botanica Brasilica 13: 29-41.
- Schaeffer, J. 1972. Pollen morphology of the genus *Hydnocarpus* (Flacourtiaceae). – Blumea 20: 65-86.
- Shtromberg, A. 1959. Cambial activity in leaves of some woody dicotyledons. – Doklady Botanical Sciences Sections 124: 699-702.
- Silva, A. F. da; Fontes, N. R. L. & Leitão-Filho, H. de F. 2000. Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa – Zona da Mata de Minas Gerais - Revista Árvore 24: 397-405.
- Sleumer, H. 1954. Flacourtiaceae - Flora Malesiana Bulletin 1: 1-106.
- Sleumer, H. 1975. Flacourtiaceae. – In: Flora of tropical East Africa. London.

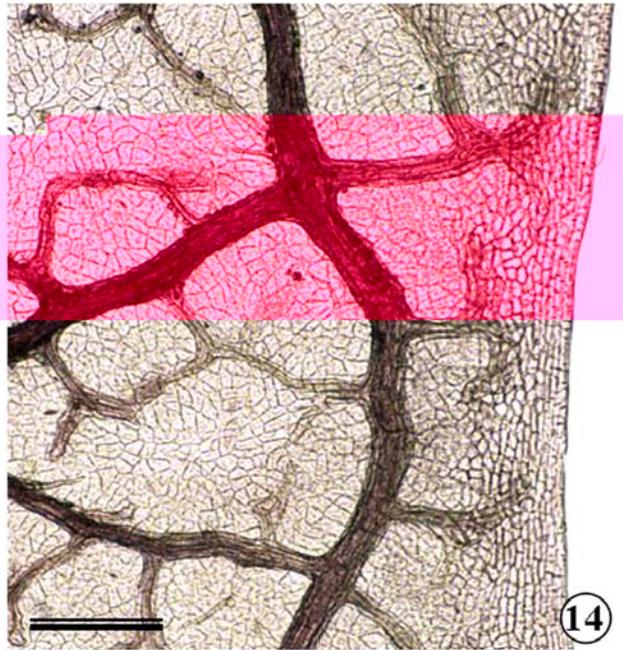
- Sleumer, H. 1980. Flacourtiaceae. Monograph number 22. - In: Flora Neotropica 22. The New York Botanical Garden, Nova York.
- Smith, F. H. & Smith, E. C. 1942. Anatomy of the inferior ovary of *Darbya* - American Journal of Botany 29: 464-471.
- Sneath, P. H. & Sokal, R. R. 1973. Numerical taxonomy. - W. H. Freeman Co., San Francisco.
- Solereeder, H. 1908. Systematic anatomy of the dicotyledons - Vol. 2. Clarendon Press, Oxford.
- Spencer, K. C. & Seigler, D. S. 1985. Cyanogenic glycosides and the systematics of the Flacourtiaceae. - Biochemical Systematics and Ecology 13: 421-431.
- Takhtajan, A. 1997. Diversity and classification of flowering plants.- Columbia University Press, New York.
- Teixeira, S. P. & Gabrielli, A. C. 2006. Taxonomic value of foliar characters in *Dahlstedtia* Malme - Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae. - Acta Botanica Brasilica 20: 395-403.
- Thadeo, M.; Cassino, M.F.; Vitarelli, N.C.; Meira, R.M.S.A.; Azevedo, A.A.; Araújo, J.M. & Valente, V.M.M. Caracterização anatômica e histoquímica das glândulas foliares de *Prockia crucis* P. Browne ex. L. - Annals of Botany (enviado para publicação).
- Van Cotthem, W. R. J. 1970. A classification of stomatal types. - Botanical Journal of the Linnean Society 63: 235-246.
- van Heel, W. A. 1977. Flowers and fruits in Flacourtiaceae III. Some Oncobeeae. - Blumea 23: 349-369.
- Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. & Lima, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal - IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro.
- Williams, L. O. 1965. The story of two sterile specimens - Annals of the Missouri Botanical Garden 52: 485-486.



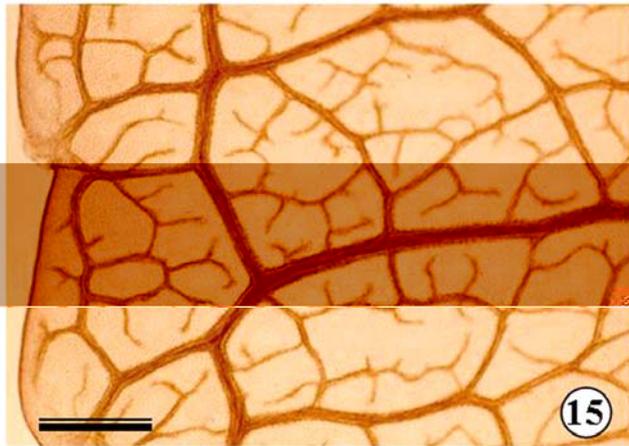




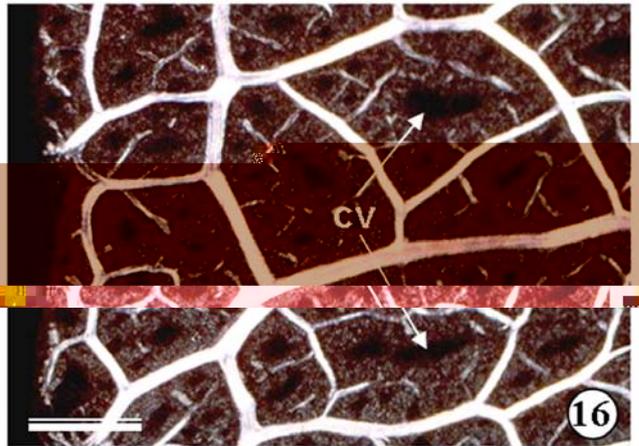
13



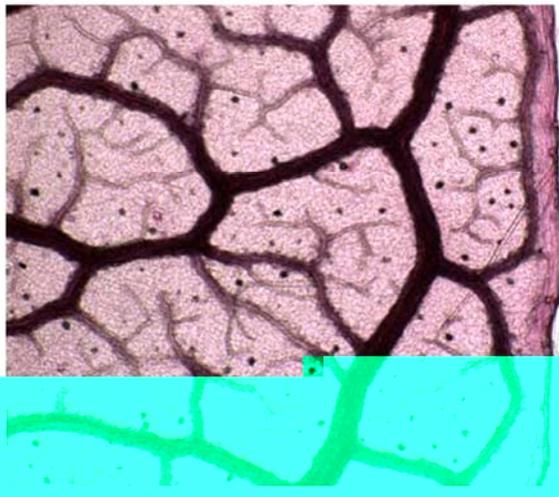
14



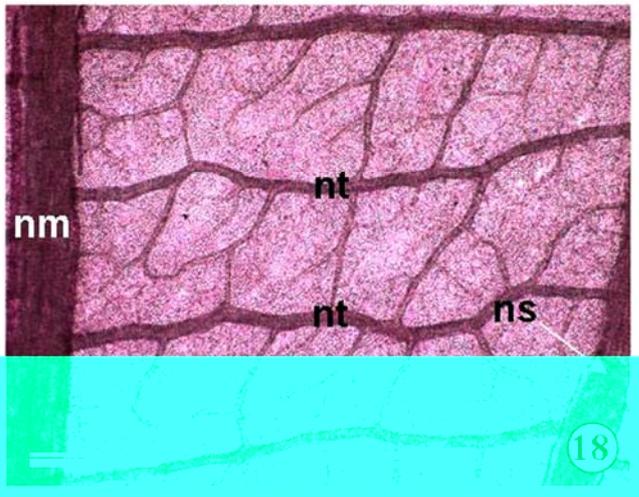
15



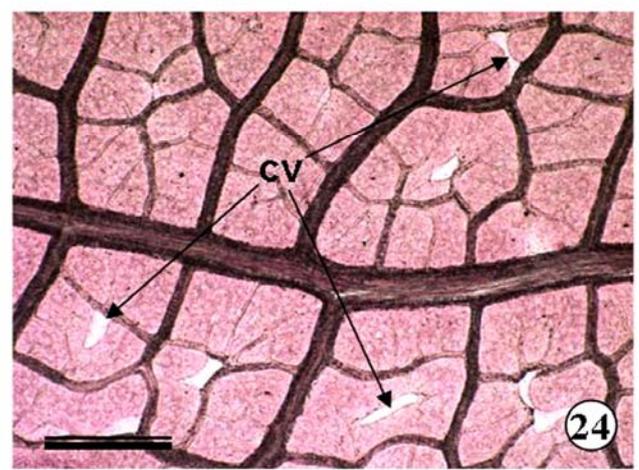
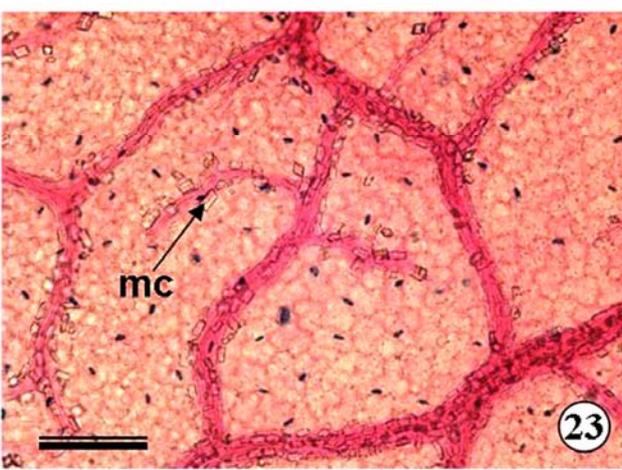
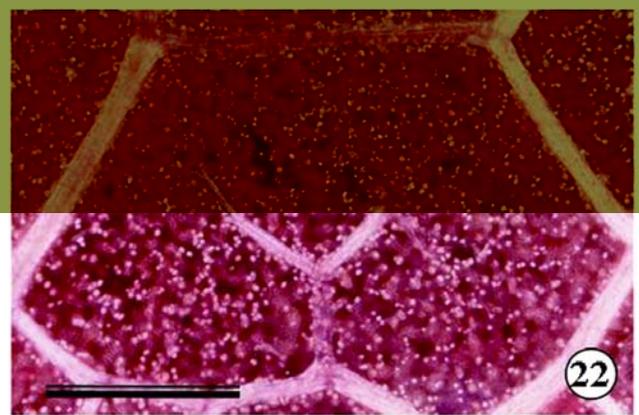
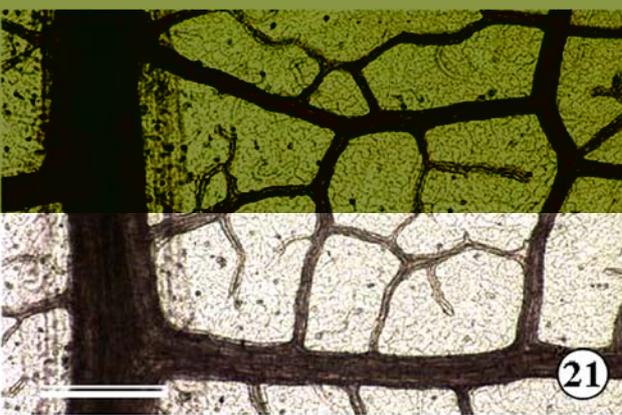
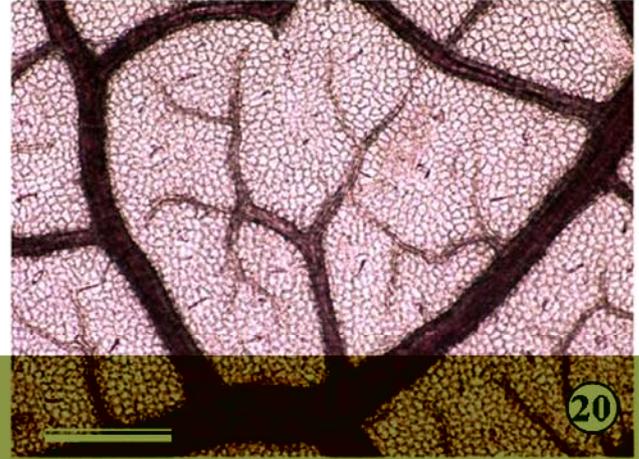
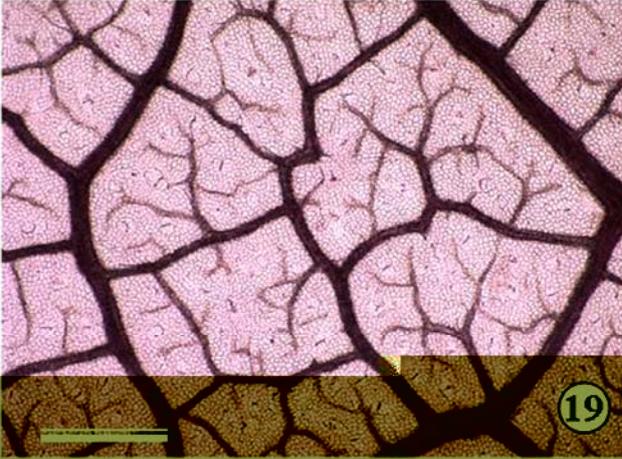
16

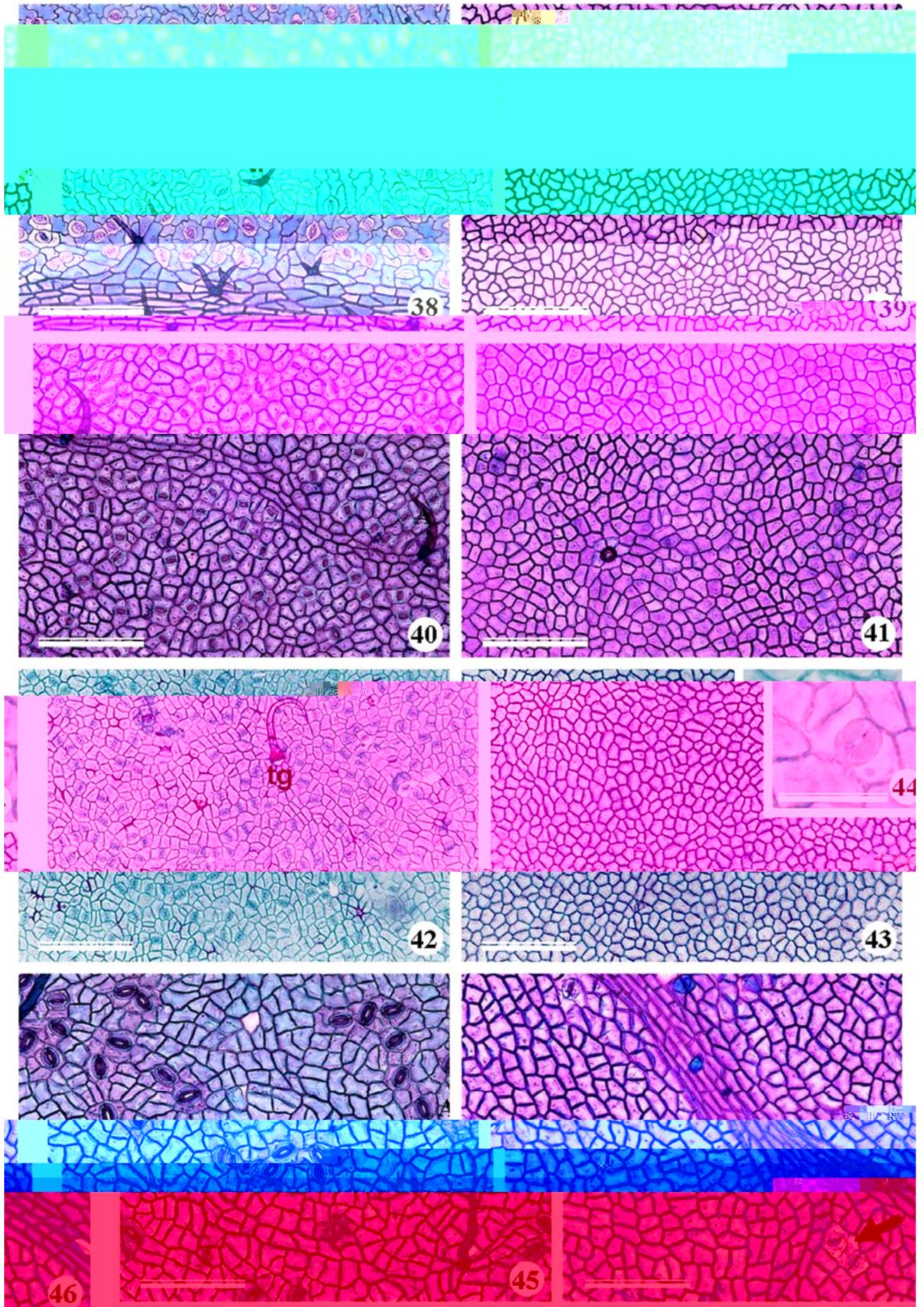


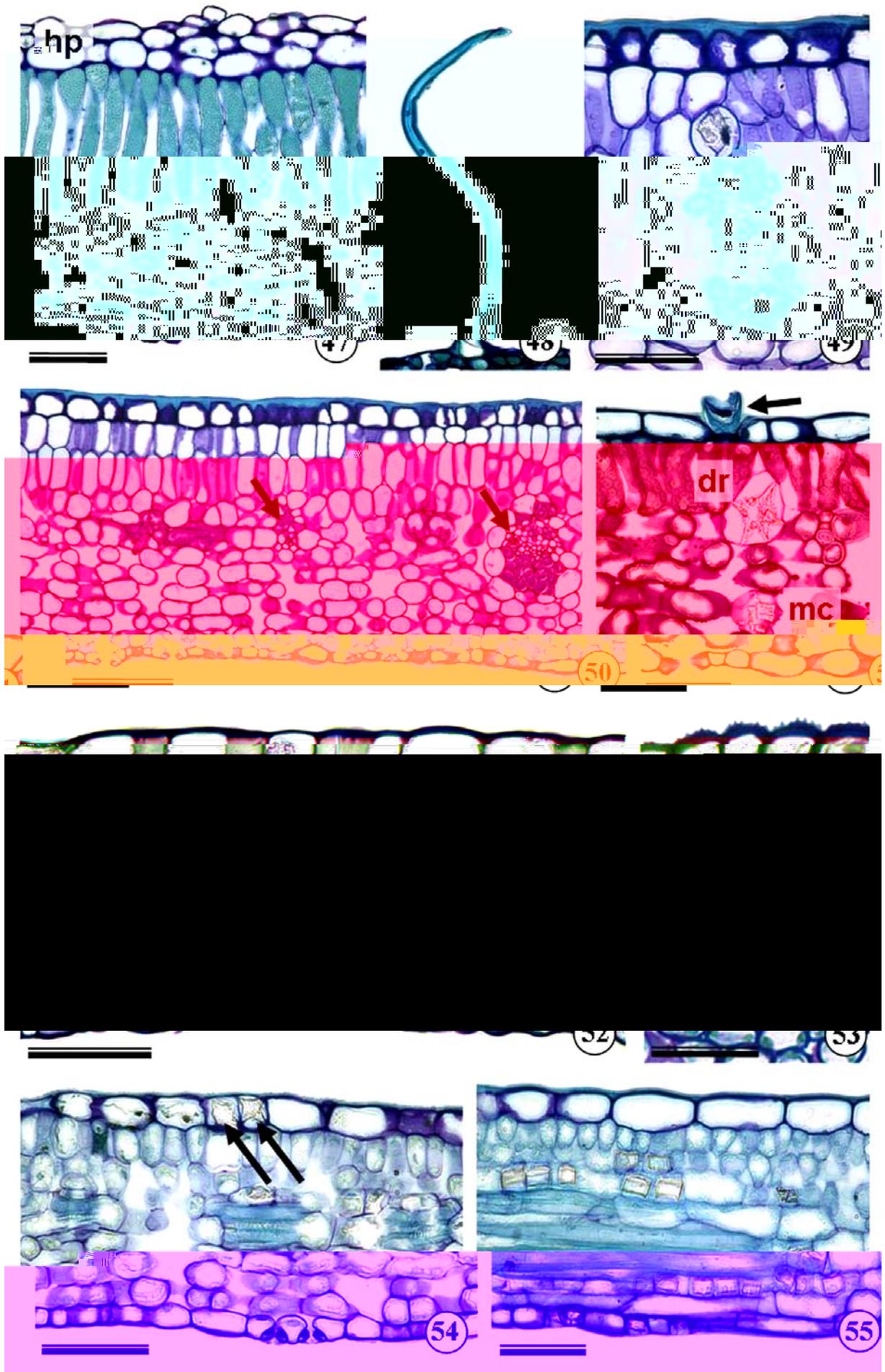
17

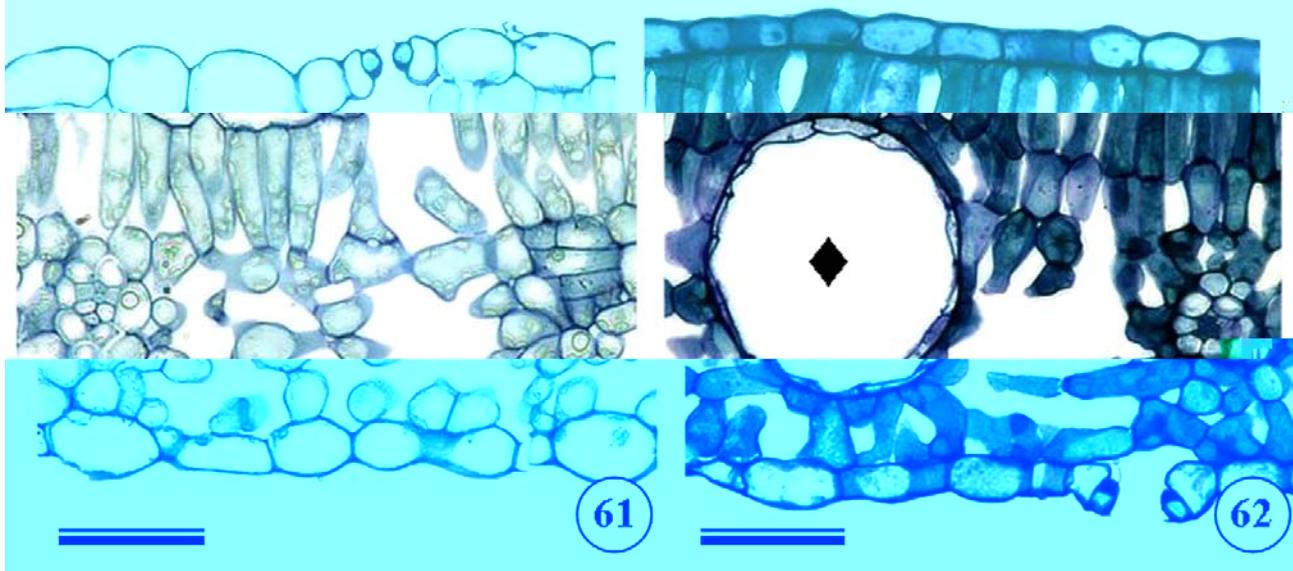
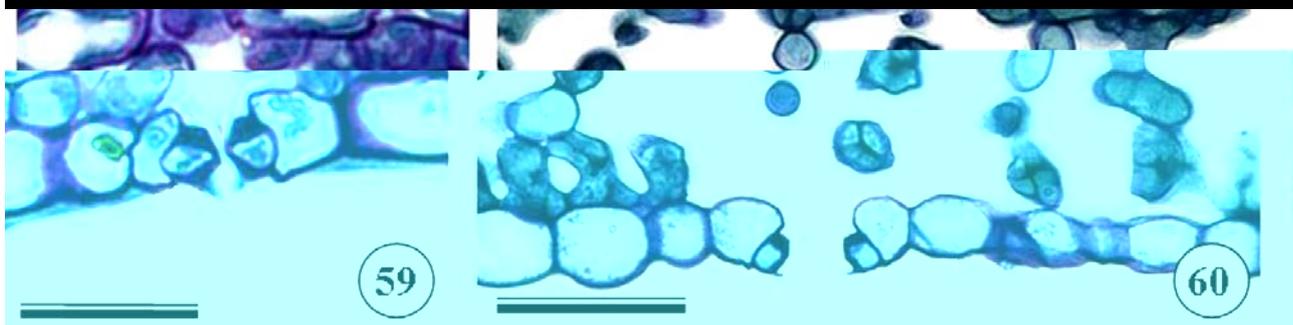
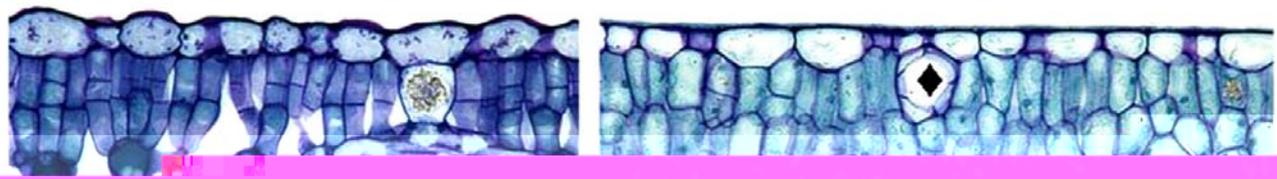


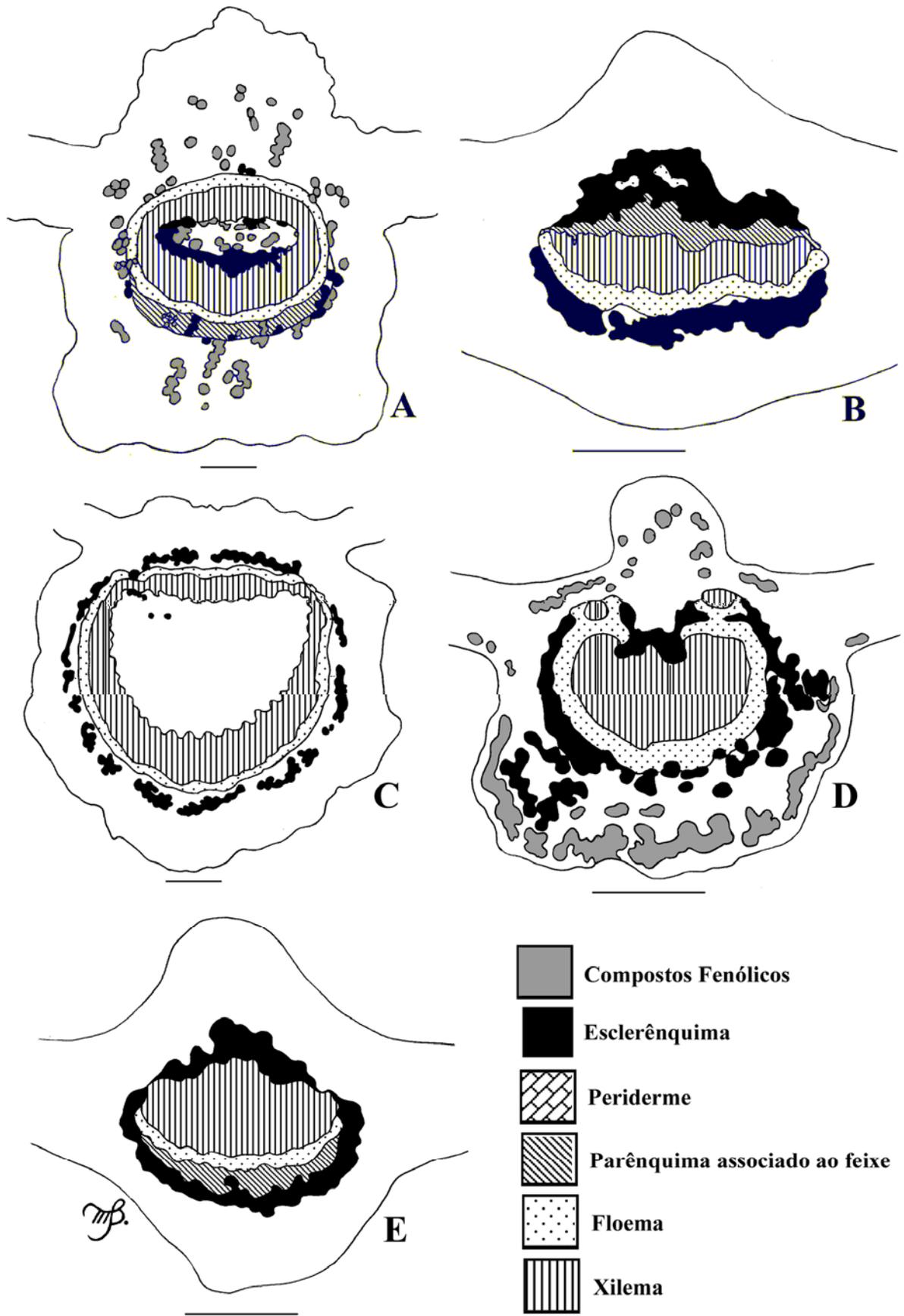
18

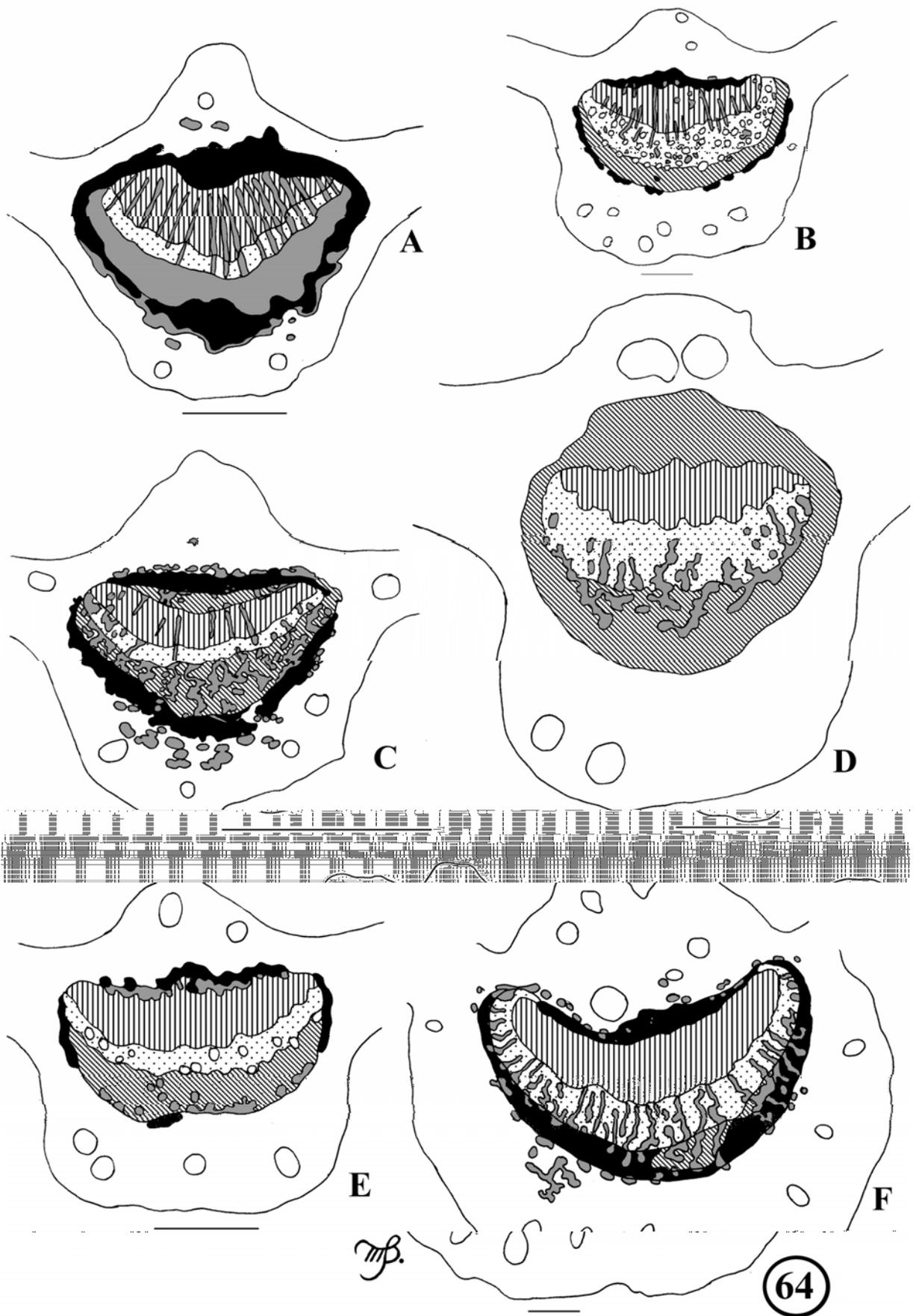


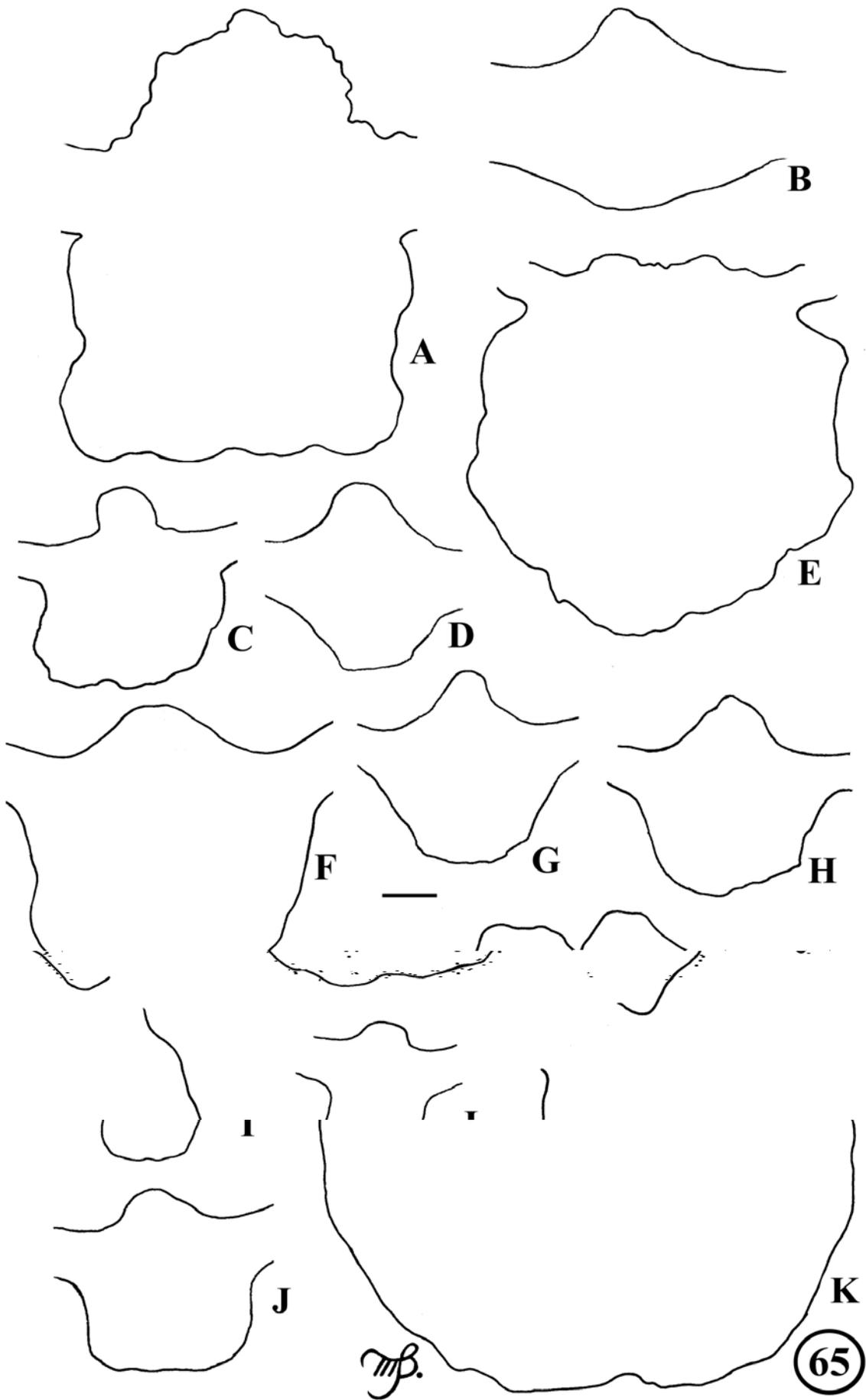


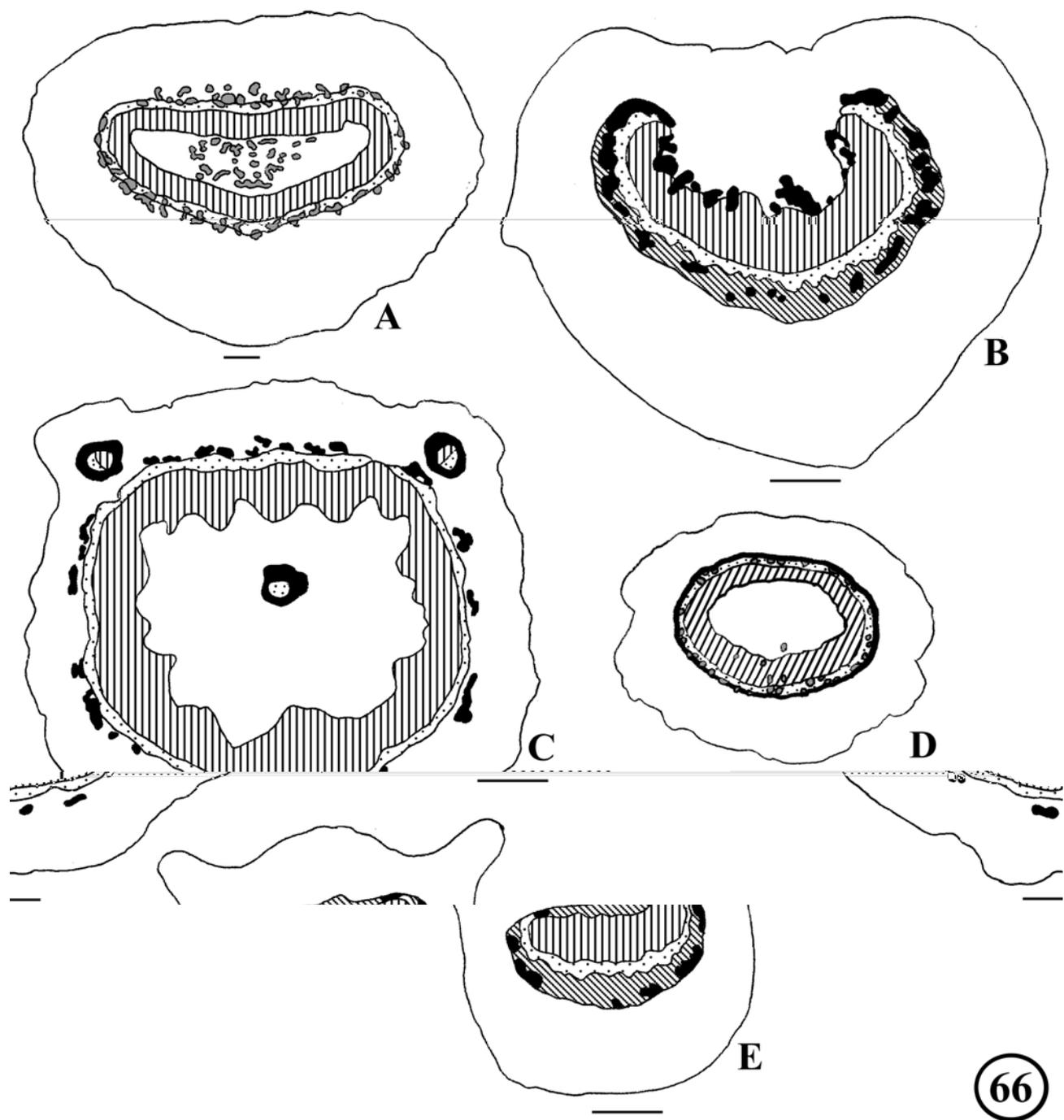




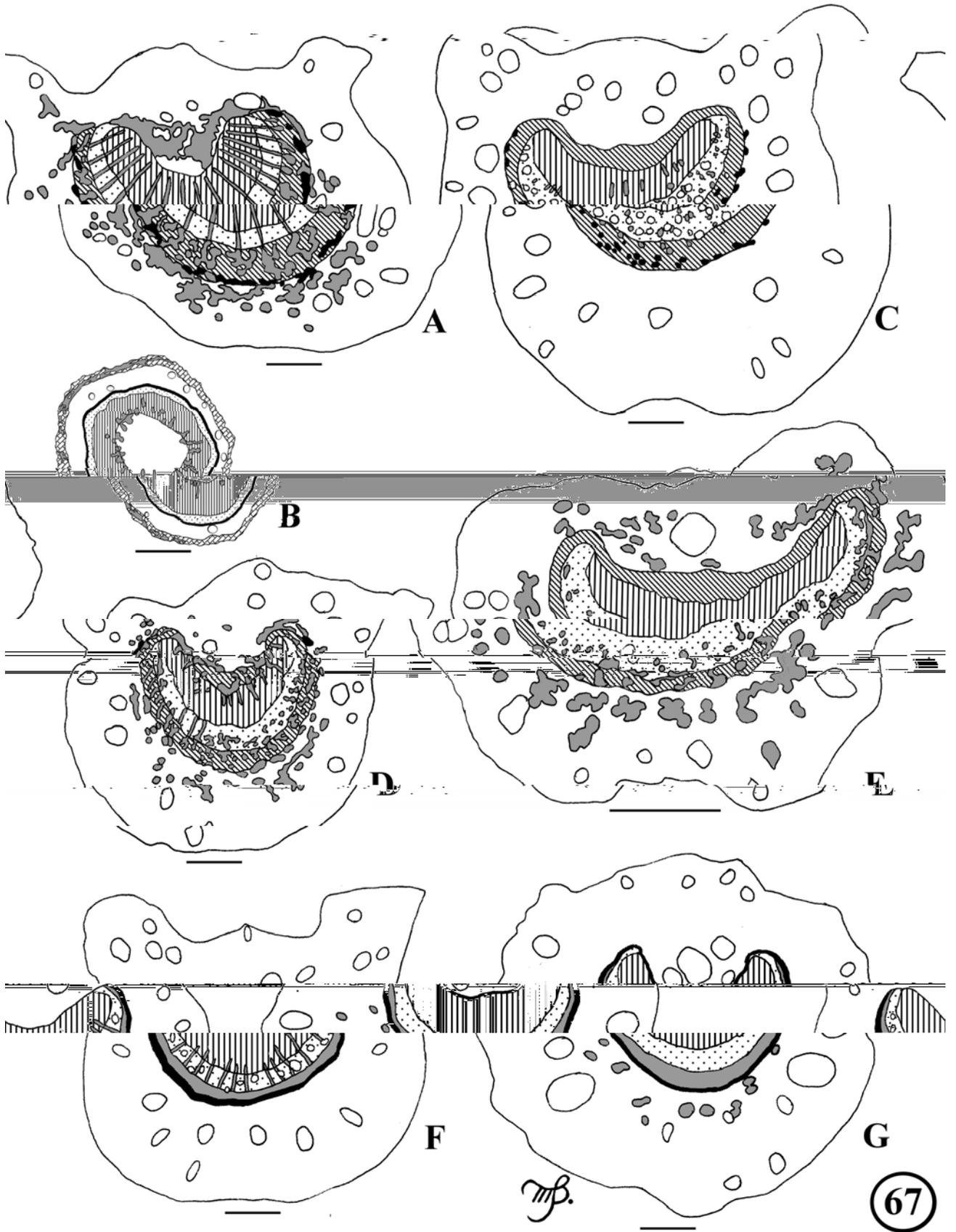


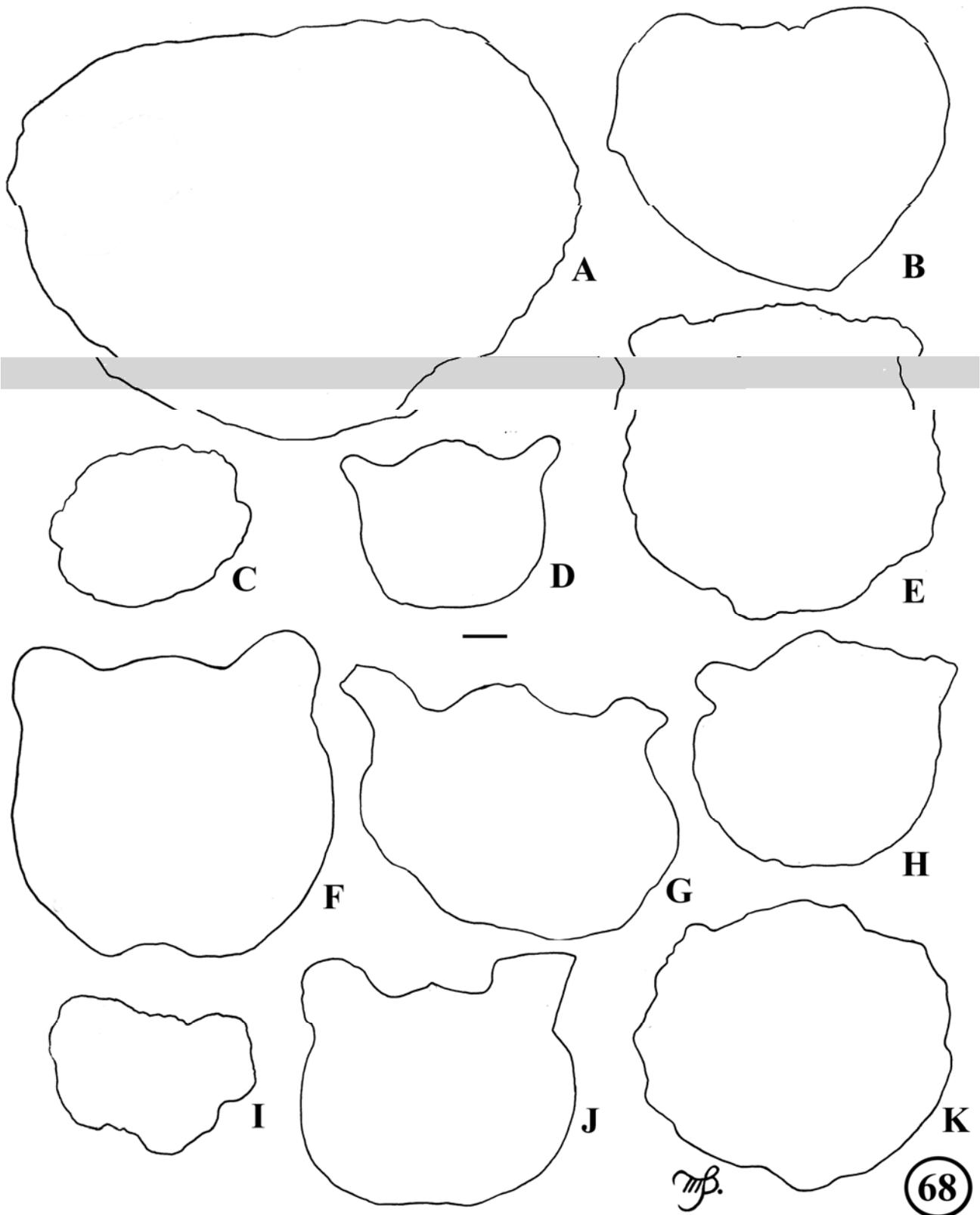


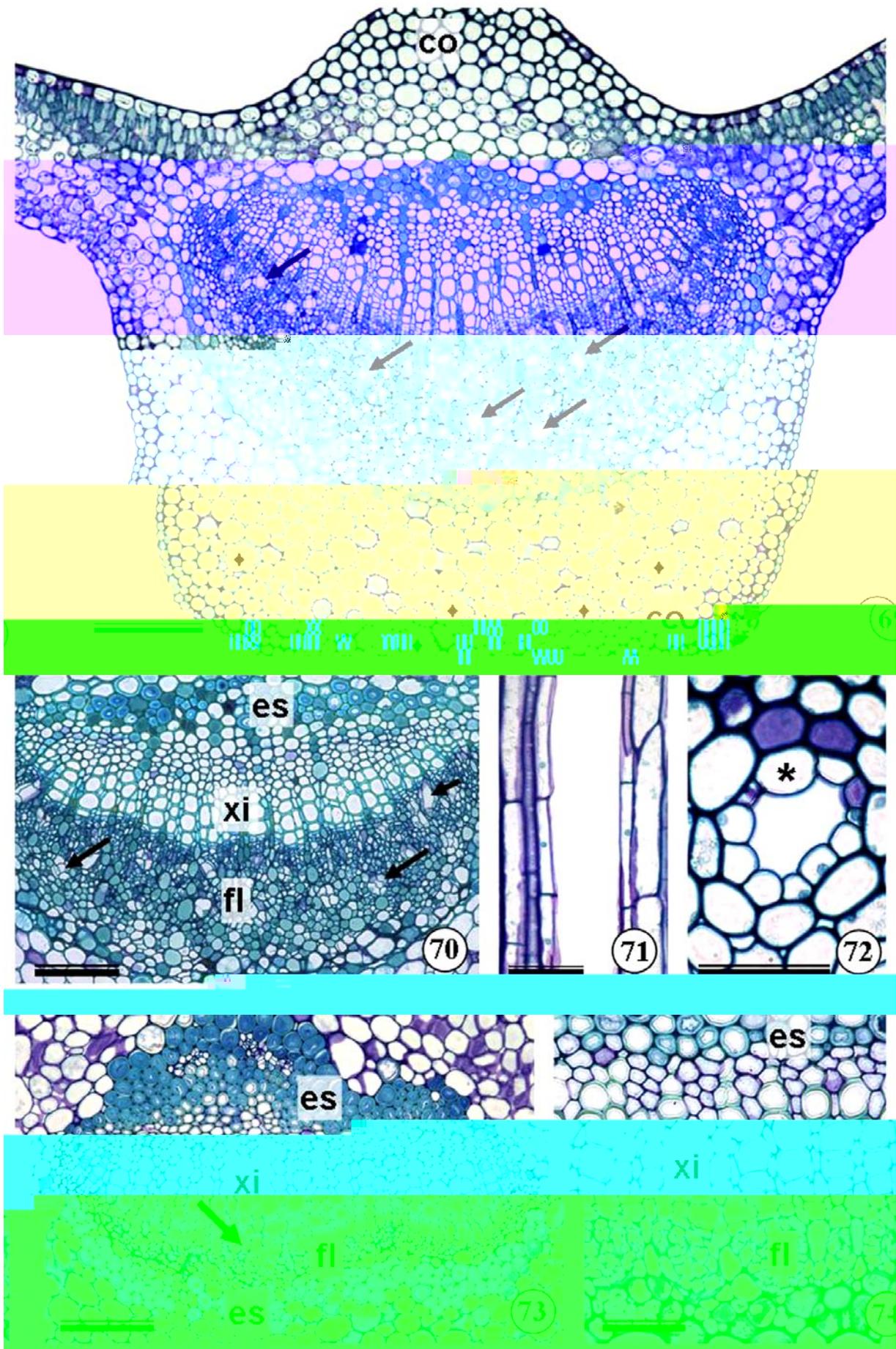


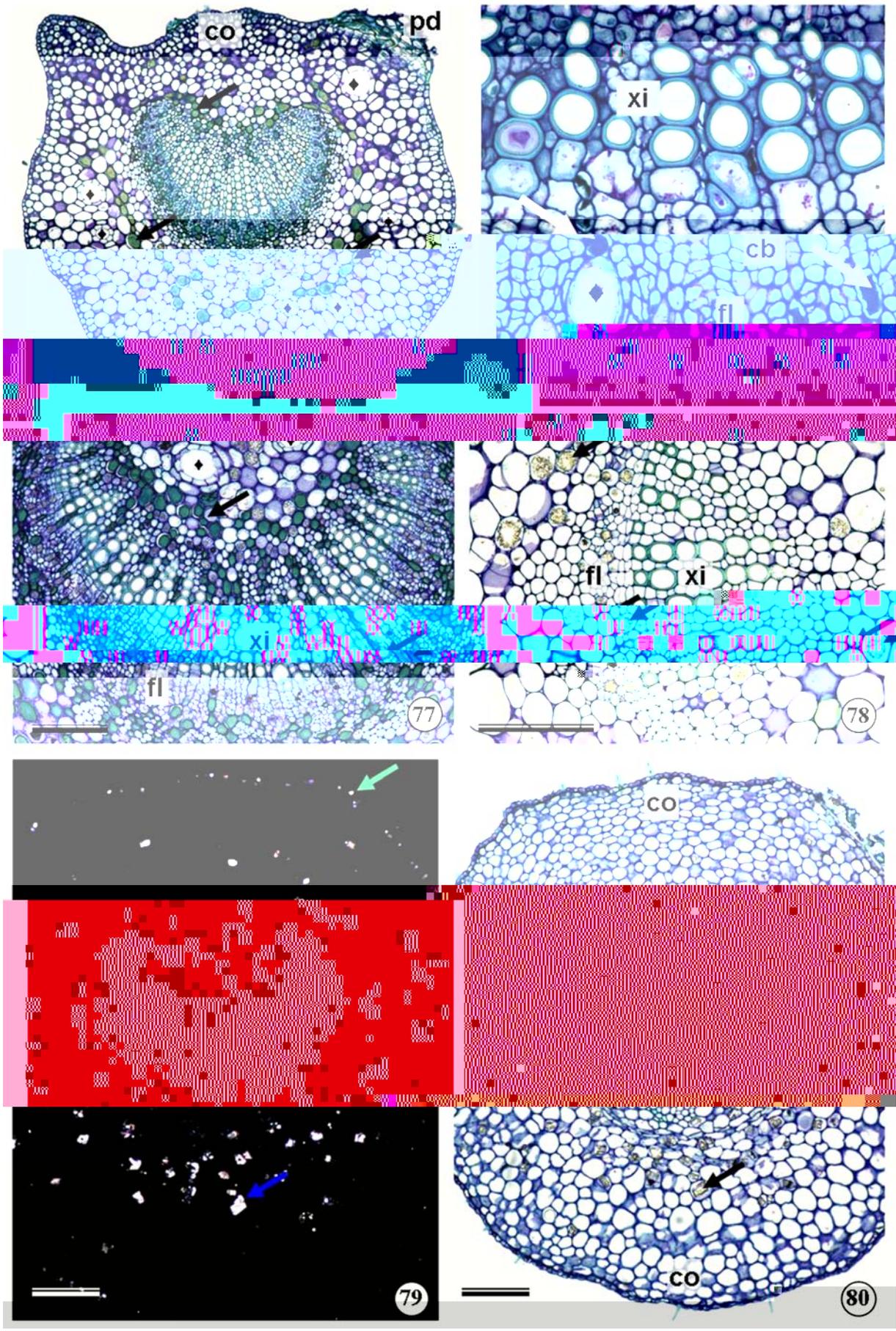


66









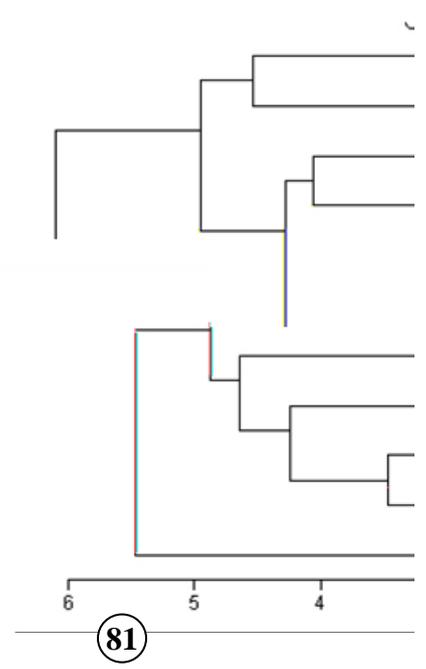
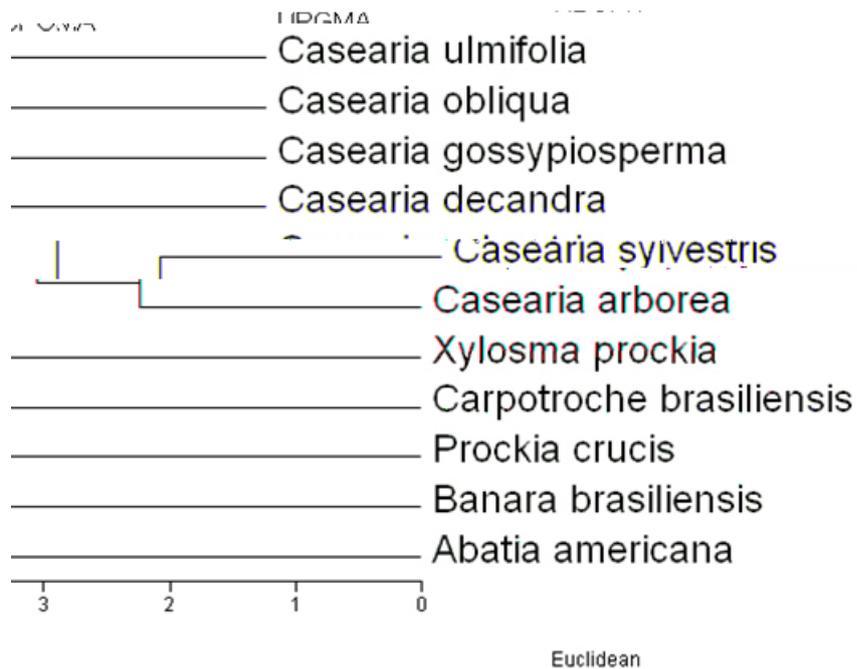


Tabela 1 – Análise comparativa dos caracteres de venação das folhas de espécies de Flacourtiaceae ocorrentes na Zona da Mata Mineira.

	Padrão de venação	Venação última marginal	Venação terciária	Dente marginal
<i>Abatia americana</i>	camptódromo-broquidódromo	em arcos	muito transversa	salicóide
<i>Banara brasiliensis</i>	acródromo-broquidódromo	em arcos	transversa	salicóide
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	camptódromo-broquidódromo	em arcos	transversa	teóide
<i>Casearia arborea</i>	camptódromo-broquidódromo	incompleta	muito transversa	teóide
<i>C. decandra</i>	camptódromo-broquidódromo	incompleta	transversa	teóide
<i>C. gossypiosperma</i>	camptódromo-broquidódromo	incompleta	transversa	teóide
<i>C. obliqua</i>	camptódromo-broquidódromo	incompleta	transversa	teóide
<i>C. sylvestris</i>	camptódromo-broquidódromo	incompleta	transversa	teóide
<i>C. ulmifolia</i>	camptódromo-broquidódromo	incompleta	transversa	teóide
<i>Prockia crucis</i>	acródromo-broquidódromo	em arcos	fracamente transversa	salicóide
<i>Xylosma prockia</i>	camptódromo-broquidódromo	em arcos	fracamente transversa	salicóide

Tabela 2 – Análise comparativa dos caracteres epidérmicos da lâmina das folhas de espécies de Flacourtiaceae ocorrentes na Zona da Mata Mineira.

	Localização dos estômatos	Ids na epiderme	Tipo de estômato	Tipo de tricoma	Contorno da epiderme adaxial em vista frontal	Contorno da epiderme abaxial em vista frontal	Altura das células epidérmicas	Cutícula
<i>Abatia americana</i>	hipoestomática	-	braquiparacítico	unicelular não ramificado	reta	reta	adaxial > abaxial	lisa
<i>Banara brasiliensis</i>	hipoestomática	-	braquiparacítico	unicelular não ramificado	reta	reta	adaxial > abaxial	lisa
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	hipoestomática	D	anomocítico	unicelular não ramificado	sinuosa	sinuosa	adaxial > abaxial	lisa
<i>Casearia arborea</i>	hipoestomática	-	braquiparacítico	unicelular não ramificado e pluricelular ramificado	reta	sinuosa	adaxial > abaxial	lisa
<i>C. decandra</i>	hipoestomática	-	braquiparacítico	unicelular não ramificado	reta	reta	adaxial > abaxial	lisa
<i>C. gossypiosperma</i>	hipoestomática	-	braquiparacítico	unicelular não ramificado	reta	reta	adaxial = abaxial	lisa
<i>C. obliqua</i>	hipoestomática	-	braquiparacítico	unicelular não ramificado	reta	reta à levemente sinuosa	adaxial > abaxial	lisa
<i>C. sylvestris</i>	hipoestomática	-	braquiparacítico	unicelular não ramificado	reta	reta	adaxial > abaxial	lisa
<i>C. ulmifolia</i>	anfiestomática	-	braquiparacítico	unicelular não ramificado	reta	reta à levemente sinuosa	adaxial = abaxial	lisa
<i>Prockia crucis</i>	hipoestomática	-	braquiparacítico	unicelular não ramificado	reta à levemente sinuosa	sinuosa	adaxial > abaxial	lisa
<i>Xylosma prockia</i>	hipoestomática	M	braquiparacítico	unicelular não ramificado	sinuosa	sinuosa	adaxial > abaxial	estriada

Abreviações: D = drusas, Ids = idioblastos cristalíferos, M = monocristais, + = presença, - = ausência.

Tabela 3 – Análise comparativa dos caracteres da lâmina das folhas de espécies de Flacourtiaceae ocorrentes na Zona da Mata Mineira.

	HD	Ids		Camadas do paliçádico	Extensão do lacunoso	Formato da margem	Esclerênquima na NM	Vascularização da NM	Ductos e cavidades secretoras		Localização das cavidades no mesofilo
		mes	flo						mes	flo	
<i>Abatia americana</i>	+	-	-	1 a 2	1/2 do mesofilo	plana	+	cilindro medulado	-	-	-
<i>Banara brasiliensis</i>	-	D	D	2	2/3 do mesofilo	plana	+	arco plano	-	-	-
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	-	D/M	D/M	1	2/3 do mesofilo	plana	+	cilindro medulado	-	-	-
<i>Casearia arborea</i>	-	D/M	D/M	1 a 2	2/3 do mesofilo	revoluta	+	arco plano	+	+	dispersas
<i>C. decandra</i>	-	D/M	D/M	2	1/2 do mesofilo	revoluta	+	arco plano	+	-	dispersas
<i>C. gossypiosperma</i>	-	D/M	D/M	2	2/3 do mesofilo	plana	+	arco plano	+	-	dispersas
<i>C. obliqua</i>	-	D/M	D/M	2	1/2 do mesofilo	plana	-	arco plano	+	-	dispersas
<i>C. sylvestris</i>	-	D/M	D/M	2	2/3 do mesofilo	revoluta	+	arco plano	+	+	dispersas
<i>C. ulmifolia</i>	-	D/M	D/M	1 a 2	1/2 do mesofilo	plana	+	arco plano	+	-	interface entre paliçádico e lacunoso
<i>Prockia crucis</i>	-	D/M	D/M	2	2/3 do mesofilo	plana	+	arco com extremidades invaginadas e feixes acessórios	-	-	-
<i>Xylosma prockia</i>	-	M	M	2	2/3 do mesofilo	levemente revoluta	+	arco plano	-	-	-

Abreviações: mes = mesofilo, flo = floema, HD = hipoderme; Ids = idioblastos; NM = nervura mediana, D = drusas, M = monocristais, + = presença, - = ausência.

Tabela 4 – Análise comparativa dos caracteres do pecíolo das folhas de espécies de Flacourtiaceae ocorrentes na Zona da Mata Mineira.

	Idioblastos cristalíferos			Estômatos	Crescimento secundário	Esclerênquima	Vascularização	Ductos e cavidades secretoras	
	epiderme	córtex	floema					córtex	floema
<i>Abatia americana</i>	-	-	-	+/-	câmbio	-	cilindro medulado	-	-
<i>Banara brasiliensis</i>	-	D/M	D/M	-	câmbio	+	arco com extremidades fletidas	-	-
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	D	D/M	D/M	-	câmbio	+	cilindro medulado com feixes acessórios	-	-
<i>Casearia arborea</i>	-	D/M	D/M	-	câmbio	+	arco com extremidades levemente fletidas	+	+
<i>C. decandra</i>	-	D/M	D/M	-	+	+	arco com extremidades levemente fletidas/ cilindro medulado	+	-
<i>C. gossypiosperma</i>	-	D/M	D/M	-	câmbio	-	arco com extremidades levemente fletidas	+	-
<i>C. obliqua</i>	-	-	D	-	câmbio	-	arco com extremidades levemente fletidas	+	+
<i>C. sylvestris</i>	-	D/M	D/M	-	câmbio	+	arco com extremidades levemente fletidas	+	+
<i>C. ulmifolia</i>	-	-	D/M	-	câmbio	+	arco com extremidades levemente fletidas	+	-
<i>Prockia crucis</i>	-	D/M	D/M	-	câmbio	+	cilindro medulado	-	-
<i>Xylosma prockia</i>	M	D/M	M	-	câmbio	+	arco plano	-	-

Abreviações: D = drusas, M = monocristais, + = presença, - = ausência, +/- = presença em alguns indivíduos e ausência em outros.

2º ARTIGO

ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DAS ESTRUTURAS SECRETORAS DA FOLHA DE
***Casearia decandra* JACQ. (FLACOURTIACEAE)**

Marcela Thadeo^{1,2,*}; Renata M.S.A. Meira²; Aristéa A. Azevedo²; João M. Araújo³

¹Parte da Tese de Doutorado da Primeira Autora. ²Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Av. P. H. Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, fone: +55 31 3899-2520, fax: +55 31 3899-2580, Viçosa, MG, Brasil.

³Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa (UFV), CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. * Autor para correspondência: tmarcela@gmail.com

Thadeo *et al.* – Anatomia e histoquímica de *Casearia decandra*.

RESUMO – Extensivas investigações têm enfatizado as propriedades terapêuticas das espécies de *Casearia*, propriedades estas relacionadas com compostos secretados por estruturas especializadas presentes nas folhas. Portanto, objetivou-se caracterizar anatômica e histoquimicamente as estruturas secretoras presentes nas folhas de *C. decandra*. O material foi coletado em populações naturais da Mata da Biologia (Zona da Mata de MG - Viçosa). As folhas foram fixadas em FAA₅₀ e processadas conforme metodologia usual para obtenção de laminário permanente, sendo os cortes corados com Azul de Toluidina pH 4,0 para caracterização estrutural, com Xilidine Ponceau para proteínas totais e Reativo de Schiff para polissacarídeos neutros. Os demais testes histoquímicos foram aplicados à amostras frescas seccionadas transversal e longitudinalmente. O sistema secretor de *C. decandra* é composto por ductos e cavidades dispersos pela lâmina foliar e pecíolo, e por idioblastos presentes nos tecidos vasculares, parênquima cortical da nervura mediana e no parênquima paliçádico. Os ductos encontram-se distribuídos no parênquima cortical da nervura e possuem continuidade nesta mesma região do pecíolo. No mesofilo existem numerosas cavidades com localização subepidérmica ou distribuídas na interface do parênquima paliçádico com o lacunoso. Detectaram-se substâncias lipofílicas e hidrofílicas, evidenciando lipídios do tipo óleo-resina nos ductos e cavidades, e compostos fenólicos do tipo tanino nos idioblastos e no parênquima. Não foram detectados alcalóides, polissacarídeos e proteínas como produtos de secreção. Este trabalho relatou a presença de ductos e cavidades para o gênero *Casearia*. Os testes histoquímicos confirmam a complexidade do secretado, além de indicar tecidos fundamentais como sítios de síntese e/ou acúmulo de compostos fenólicos.

Palavras-chave: cavidades, ductos, idioblastos e estruturas secretoras.

ABSTRACT – Anatomy and histochemistry of secretory structures from the leaf of *Casearia decandra* Jacq. (Flacourtiaceae). Extensive investigations have emphasized the therapeutic properties of *Casearia* species related with compounds secreted by specialized structures in the leaves. Therefore, the objective of this study was to characterize anatomical and histochemically the secretory structures present in leaves of *C. decandra*. Material was collected from natural populations of Mata da Biologia (Zona da Mata de MG - Viçosa). Leaves were fixed in FAA₅₀ and subjected to usual methodology to obtain permanent slides. The sections were stained with Toluidine Blue pH 4 for structural characterization, with Xylidine Ponceau for total protein and Schiff's reagent for neutral polysaccharides. The other histochemical tests were applied to transversally and longitudinally sectioned fresh samples. The secretory system of *C. decandra* consists of ducts and cavities dispersed on the leaf lamina and petiole and idioblasts present in the vascular tissues, cortical parenchyma of the midrib and in the palisade parenchyma. The ducts are distributed in the cortical parenchyma of the rib and continue in this same region of the petiole. In the mesophyll there are numerous cavities in the subepidermic layer or distributed in the interface between the palisade and spongy parenchyma. Lipophilic and hydrophilic substances were detected, confirming oil-resin lipids within ducts and cavities, and phenolic compounds, of the tannin type, within idioblasts and parenchyma. Alkaloids, polysaccharides and proteins were not detected as secretory products. This work reported the presence of ducts and cavities for the genus *Casearia*. Histochemical tests confirm the secretory product complexity, besides indicating fundamental tissues such as sites of synthesis and/or accumulation of phenolic compounds.

Keywords: cavity, ducts, idioblasts and secretory structures.

INTRODUÇÃO

Numerosas são as famílias de plantas com representantes medicinais, destacando-se, entre elas, a Flacourtiaceae (Absy & Scavone 1973). *Casearia* Jacq. é um dos maiores gêneros da família, com cerca de 180 espécies arbóreas distribuídas pela região neotropical, África, Malásia, Austrália e ilhas do Pacífico

chamados de casearinas; entretanto não se conhece o sítio de secreção e/ou armazenamento destes compostos lipídicos.

Nas descrições taxonômicas para o gênero é comum a utilização de termos como pontos translúcidos, pontuações transparentes, traços transparentes ou glândulas nas folhas (Sleumer 1980, Klein & Sleumer 1984, Torres & Yamamoto 1986, Chase *et al.* 2002). A caracterização de tais estruturas é de fundamental importância, pois nem sempre existe uma correspondência da observação morfológica com a estrutural (Lersten & Curtis 1996, Lersten & Beaman 1998).

São citadas propriedades medicinais apenas para duas espécies do gênero, *Casearia decandra* e *C. sylvestris* (Löfgren 1894, Correa & Pena 1931, Siqueira 1981), sendo *C. sylvestris* a única espécie incluída na Farmacopéia Brasileira (Silva 1926) e que apresenta estudos amplos relacionados à folha (Absy & Scavone 1973), a grande maioria deles direcionados para sua natureza fitoquímica (Silva & Bauer 1970, Silva *et al.* 1988). Considerando que tais propriedades fitoquímicas estão relacionadas com as estruturas secretoras presentes nas folhas, uma investigação mais completa e minuciosa faz-se necessária, principalmente para a espécie *C. decandra* que não apresenta relato de estudos na literatura. O estudo da natureza química do material secretado, juntamente com a anatomia dessas estruturas, pode contribuir para a compreensão do exato papel dessas estruturas, bem como a função do produto secretado para a planta. Portanto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar anatômica e histoquimicamente as estruturas secretoras presentes nas folhas de *C. decandra*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Folhas de *C. decandra* Jacq. foram coletadas em quatro plantas nativas em um contínuo florestal de 75ha presente no município de Viçosa-MG e de propriedade da

Universidade Federal de Viçosa (UFV), denominada Mata da Biologia. As plantas encontravam-se na localidade conhecida como “trilha do Sauá”. Material testemunha foi herborizado e incorporado ao acervo do Herbário VIC da UFV sob os números 18.684, 18.685, 18.686 e 18.687.

Para análise anatômica em microscopia de luz, amostras da lâmina (nervura mediana, margem, região entre a margem e a nervura mediana) e do pecíolo (região apical, mediana e basal) de folhas totalmente expandidas foram fixadas em FAA₅₀, por 24 horas, sob vácuo e após esse período estocadas em etanol 70% (Johansen 1940). Posteriormente, foram desidratadas em série etílica e incluídas em metacrilato (Historesin, Leica Instruments, Heidelberg, Alemanha), sendo os cortes paradérmicos, transversais e longitudinais feitos com um micrótomo rotativo de avanço automático (modelo RM2155, Leica Microsystems Inc., Deerfield, USA) utilizando-se navalhas de aço descartáveis. Os cortes foram corados com Azul de Toluidina pH 4,0 por 8 minutos para caracterização estrutural (O’Brien & McCully 1981), com Xilidine Ponceau (XP) para proteínas totais (O’Brien & McCully 1981) e PAS para polissacarídeos neutros (Maia 1979).

Os demais testes histoquímicos foram aplicados em cortes de amostras frescas seccionadas transversal e longitudinalmente utilizando-se um micrótomo de mesa (modelo LPC, Rolemberg e Bhering Comércio e Importação LTDA, Belo Horizonte, Brasil). As principais classes de metabólitos presentes no material foram investigadas usando os testes histoquímicos conforme a Tabela 1, sendo as secções controle realizadas simultaneamente aos testes histoquímicos, utilizando-se procedimento padrão.

Fragmentos de folhas adultas foram submetidos à diafanização, utilizando-se solução de hidróxido de sódio 10% e hipoclorito 20% (Johansen 1940, modificado), e corados com safranina (1% solução alcoólica).

As lâminas foram montadas com resina sintética (Permout) ou gelatina

glicerinada. As observações e a documentação fotográfica foram realizadas em um microscópio de luz (modelo AX70TRF, Olympus Optical, Tóquio, Japão) equipado com sistema U-Photo.

Tabela 1. Metodologias utilizadas para a detecção das principais classes de metabólitos nos cortes das folhas de *Casearia decandra*.

	Grupo de metabólito	Teste aplicado	Referências
Lipídios	Lipídios Totais	Sudan Vermelho Escarlate	(Pearse 1980)
	Lipídios Ácidos e Neutros	Sulfato Azul do Nilo	(Cain 1947)
	Ácidos Graxos	Acetato de Cobre e Ácido Rubiânico	(Ganter & Jollés 1969)
Terpenóides	Óleos essenciais e Óleo-resinas	Reagente de Nadi	(David & Carde 1964)
	Lactonas	Ácido Sulfúrico	(Geissmen & Griffin 1971)
	Sesquiterpénicas		
Compostos Fenólicos	Compostos Fenólicos Gerais	Dicromato de Potássio	(Gabe 1968)
	Taninos	Vanilina Clorídrica	(Mace & Howell 1974)
	Lignina	Floroglucinol	(Johansen 1940)
Alcalóides		Reagente de Wagner	(Furr & Mahlberg 1981)
Proteínas		Xilidine Ponceau	(O'Brien & McCully 1981)
Polissacarídeos	Polissacarídeos Neutros	PAS	(Maia 1979)
	Amido	Lugol	(Jensen 1962)
	Pectinas	Vermelho de Rutênio	(Johansen 1940)

No presente trabalho verificou-se que em secção transversal da nervura mediana os ductos encontram-se distribuídos irregularmente no parênquima fundamental, localizados tanto voltados para a superfície abaxial quanto adaxial (Fig. 1). O lúmen alongado observado nos cortes longitudinais (Figs. 2 e 3) justifica a caracterização da estrutura secretora como um ducto. De acordo com Fahn (1979), ductos são estruturas constituídas por um epitélio secretor que delimita um espaço intercelular alongado. Esses ductos possuem continuidade na região do pecíolo, com ampla distribuição no parênquima cortical, e algumas vezes ocupando posição subepidérmica (Fig. 12).

No mesofilo e na região próxima à margem existem numerosas cavidades com localização subepidérmica (Fig. 7) ou distribuídas na interface do parênquima paliçádico com o lacunoso (Figs. 4-6). Essas estruturas tiveram o formato do lúmen variando de isodiamétrico (Figs. 5 e 6) à levemente alongado (Figs. 9 e 10) e, portanto, serão aqui denominadas de cavidades propriamente ditas para aquelas de lúmen isodiamétrico e cavidades tubulares para as de lúmen alongado no eixo paralelo à superfície. Essa terminologia está de acordo com o proposto por Lersten & Curtis (1986) quando descreveram os espaços secretores internos de *Eupatorium rugosum* (Asteraceae). Tais autores descreveram para o gênero, além das cavidades secretoras bicelulares, um segundo tipo de cavidade que sempre estava associada aos tecidos vasculares. Pelo fato de tais cavidades permanecerem discretamente alongadas na maturidade, os autores resolveram denominá-las de cavidades tubulares a fim de distingui-las dos ductos, uma vez que são consideravelmente menores que os ductos e obviamente maiores que cavidades propriamente ditas.

Cavidades já foram relatadas, por Metcalfe & Chalk (1950), para a família Flacourtiaceae e para *C. sylvestris* existe relato da ocorrência de ductos nos órgãos reprodutivos e vegetativos (Absy & Scavone 1973). Os resultados aqui encontrados

diferem, pelo menos em parte, daqueles encontrados em *C. sylvestris*, na qual há relato da presença de ductos no floema (Absy & Scavone 1973) e em *C. decandra* os mesmos não foram observados. Cabe ressaltar que ambas são utilizadas na medicina popular e apresentam-se muito semelhantes vegetativamente, portanto a presença desses ductos no floema pode ser utilizada como um marcador taxonômico para a diferenciação das espécies. É importante lembrar também que no estudo de Absy & Scavone (1973) não foram feitos cortes longitudinais nem diafanização da folha, fato que, em parte, explica o fato dos autores denominarem as estruturas secretoras presentes apenas de ductos.

Todos os ductos e cavidades existentes na folha de *C. decandra* possuem, em secção transversal, lúmen isodiamétrico circundado por epitélio unisseriado, não sendo observadas células no interior do lúmen (Figs. 1, 6, 8 e 13). As células epiteliais possuem formato tabular com vacúolo proeminente (Fig. 13), e, por vezes, é possível a visualização do núcleo, que é esférico (Figs. 2, 3 e 8). Essas características citológicas das células epiteliais são comuns para ductos e cavidades presentes em outras famílias, como Asteraceae (Monteiro *et al.* 1995) e Anacardiaceae (Machado & Carmello-Guerreiro 2001).

Os ductos e cavidades são distribuídos irregularmente dentre as aréolas, alguns solitários (Fig. 5), outros lado a lado (Fig. 4), e sua ocorrência é comum próxima à bainha do feixe (Figs. 4, 5, 10 e 11). Alguns autores relataram ocorrência semelhante, ressaltando que os mesmos parecem se originar a partir das células da bainha do feixe (Curtis & Lersten 1986, Lersten & Curtis 1986). A parede interna das células epiteliais tem uma aparência mais delgada quando comparada com as demais (Figs. 6, 8 e 13) e tornam-se invisíveis quando as folhas são submetidas à diafanização (não documentado), como também verificado por Curtis & Lersten (1986), em *Eupatorium rugosum*. Tais autores concluíram que o procedimento dissolve as paredes internas do epitélio dos ductos e

cavidades, e através de microscopia de fluorescência constataram que essas paredes são compostas de calose.

A lâmina foliar, nas amostras frescas, apresenta coloração esverdeada na região do mesofilo (Fig. 14), pela presença de parênquima clorofiliano, e podem-se observar gotas translúcidas de material secretado no lúmen dos reservatórios (Figs. 15 e 16), que são removidas durante o processamento das amostras.

A reação com Sudan Escarlata evidenciou substâncias lipofílicas no lúmen dos ductos e cavidades (Figs. 17 e 18), bem como algumas gotículas no epitélio dos mesmos (Fig. 18). Testes complementares, com Azul do Nilo (Fig. 19), detectaram que tais lipídios são de natureza neutra (típico para óleo e resina). Como apresentaram coloração azul, azul-arroxeadado e roxo quando submetidos ao Reagente de Nadi, conclui-se que o secretado é óleo-resina (Figs. 20, 22 e 23). Em alguns cortes a reação demonstrou presença apenas de óleo (Fig. 21), o que pode ser devido a variações no estágio funcional das células epiteliais das cavidades. Os controles não reagiram com nenhum dos reagentes para compostos lipofílicos.

Embora os testes histoquímicos não possam identificar inequivocamente as principais classes de metabólitos secundários, eles podem ser úteis para um estudo preliminar da localização da secreção nas estruturas secretoras (Ascensão & Pais 1988). Tomando-se todas as precauções necessárias para a interpretação histoquímica dos resultados, podemos assumir que os ductos e cavidades de *C. decandra* contêm óleo-resina cujos componentes principais são terpenóides (óleos essenciais e ácidos resiníferos). Esses resultados são consistentes com o que já foi relatado para outra espécie do gênero, *C. sylvestris*, onde as estruturas secretoras são caracterizadas como glândulas esquizógenas de óleo essencial (Absy & Scavone 1973). No entanto, o único teste histoquímico efetuado pelos autores foi Sudan IV, mas foram realizadas análises químicas de extratos foliares,

que identificaram a presença de óleos. Os óleos essenciais são amplamente citados para *C. sylvestris* como fonte de diterpenóides denominados casearinas, supostamente as responsáveis pelas suas propriedades medicinais (Oberlies *et al.* 2002).

A detecção de secretados exclusivamente no epitélio ou no lúmen, bem como a sua ocorrência em menor proporção nestes sítios, pode ser indicativo de eventos cíclicos de secreção (Sant'Anna-Santos *et al.* 2006). O reaparecimento de compostos lipofílicos após a sua eliminação tem sido relatado (Schwab *et al.* 1969), sugerindo que a liberação de exsudados segue uma seqüência cíclica e complexa. Nair *et al.* (1983) observaram, na ultra-estrutura caulinar de *Anacardium occidentale*, que a ocorrência de um grande número de vesículas no citoplasma das células do epitélio secretor, em alguns ductos, e sua menor ocorrência em outros, seria um indício da existência de fases distintas de secreção.

Testes realizados para detectar compostos fenólicos evidenciaram a presença destas substâncias no mesofilo, especialmente na região do parênquima paliçádico, e em idioblastos presentes na nervura mediana, tanto no floema, xilema, quanto no parênquima cortical, sendo confirmada a natureza tanífera pelo teste com vanilina clorídrica (Fig. 24). Os compostos fenólicos são considerados substâncias de efeito adstringente, sendo que o tanino é conhecido pela sua ação contra herbívoros e patógenos (Koptur 1992). Os fenóis atuam também na proteção das estruturas celulares contra o excesso de radiação ultravioleta e na manutenção da integridade do protoplasto em situações de estresse hídrico (Taiz e Zeiger 2004).

Detectaram-se substâncias lipofílicas e hidrofílicas na folha, evidenciando lipídios e compostos fenólicos, respectivamente. Não foram detectados alcalóides, polissacarídeos e proteínas como constituintes de secretados.

As plantas são fonte importante de produtos naturais biologicamente ativos, podendo inclusive servir como modelos para a síntese de fármacos. Apesar dos avanços

nas pesquisas que indicam novas fontes naturais de produtos biologicamente ativos, apenas 15 a 17% das plantas foram investigadas quanto ao seu potencial farmacológico (Simões *et al.* 2001). Dentre as Flacourtiaceae que apresentam propriedades farmacológicas conhecidas e utilizadas são citadas espécies dos gêneros *Casearia* (Löfgren 1894, Correa & Pena 1931, Siqueira 1981) e *Carpotroche* (Kuhlmann 1928, Spencer *et al.* 1982). São muitas as espécies de *Casearia*, algumas delas vegetativamente muito semelhantes, portanto, a certificação da identidade taxonômica é indispensável para a certificação do produto fitoterápico. Uma ferramenta que vem se mostrando útil no controle de qualidade de fitoterápicos é a avaliação anatômica de fragmentos vegetais. Assim, o estabelecimento de parâmetros anatômicos para distinção de espécies é de suma importância. O potencial farmacológico da família deve ser avaliado, pois são muitas as espécies ainda desconhecidas quanto a essa perspectiva, sendo a caracterização anatômica e histoquímica passos importantes para a identificação destas espécies potencialmente interessantes, além de indicar os sítios de secreção e/ou acúmulo dos produtos biologicamente ativos.

Este trabalho relata a presença concomitante de ductos e cavidades para o gênero *Casearia*. Os resultados confirmam a complexidade do secretado dos ductos e cavidades, além de indicar tecidos fundamentais como sítios de síntese e/ou acúmulo de compostos fenólicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à técnica Vânia M. M. Valente pelo preparo de parte dos reagentes e secções histológicas, à Walnir G. Ferreira pelo auxílio na coleta dos espécimes, à Roseli B. Torres pela identificação da espécie e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado.

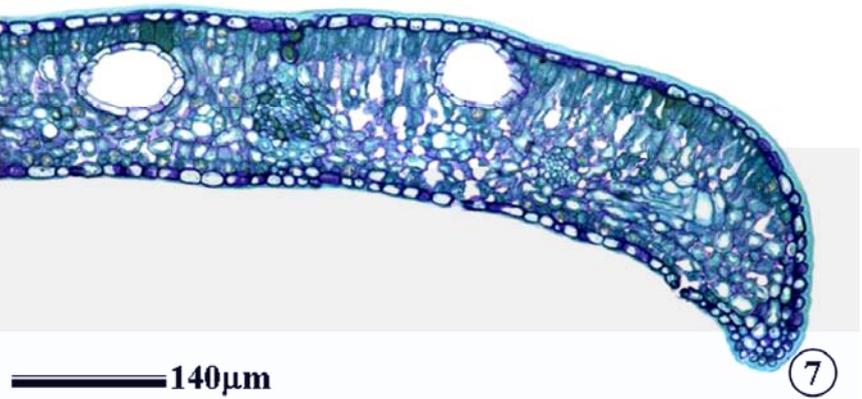
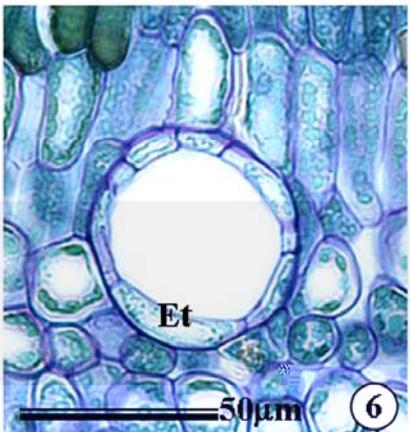
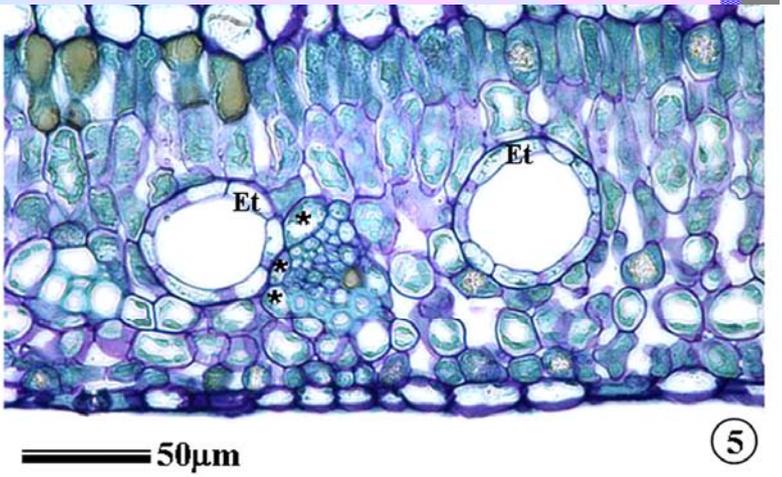
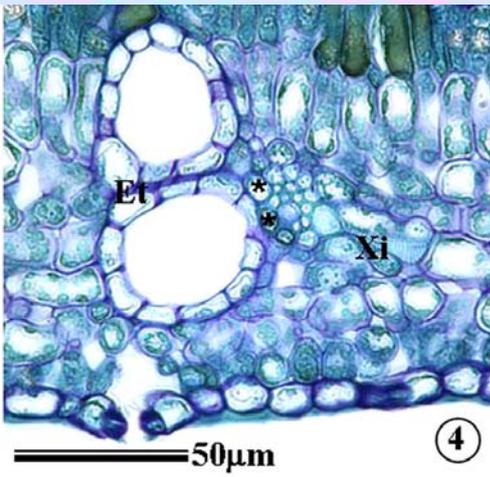
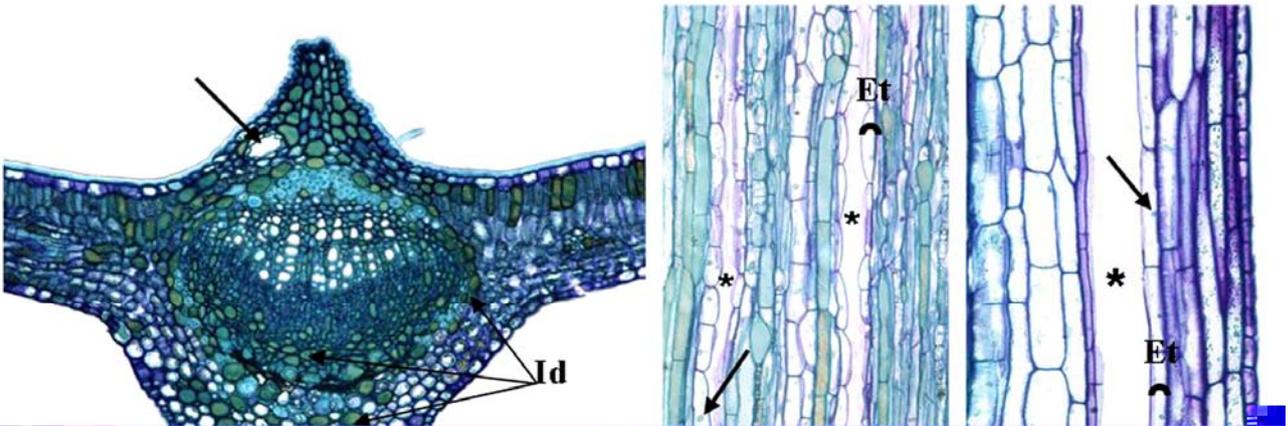
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

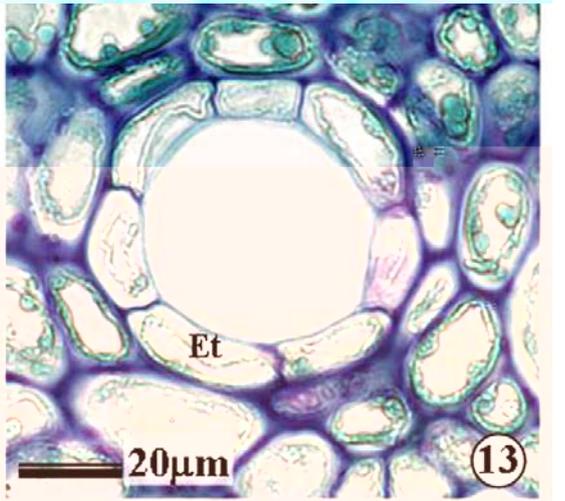
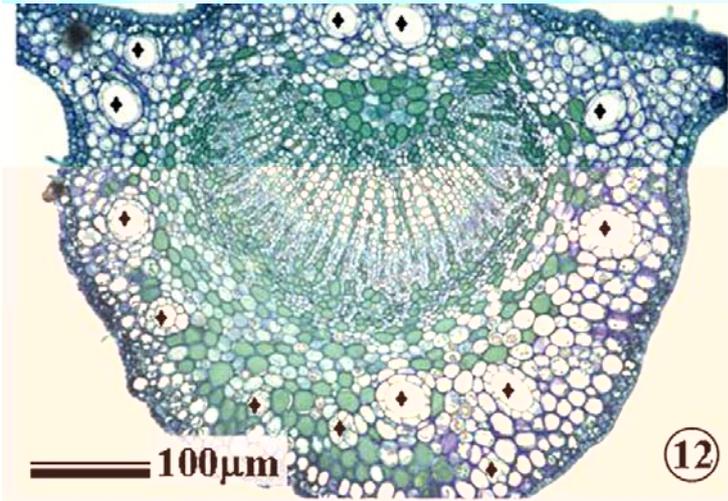
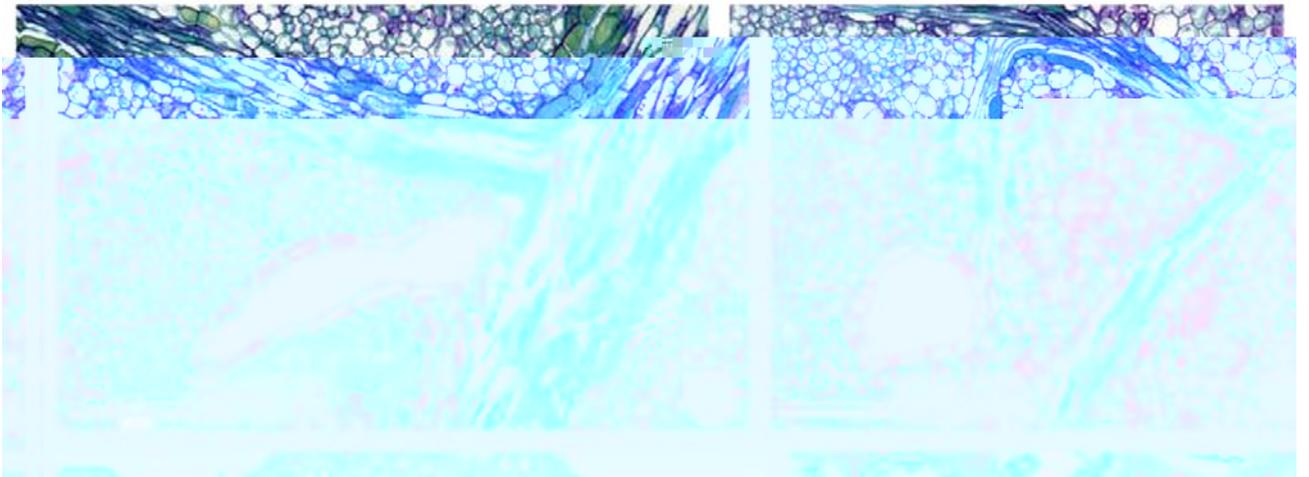
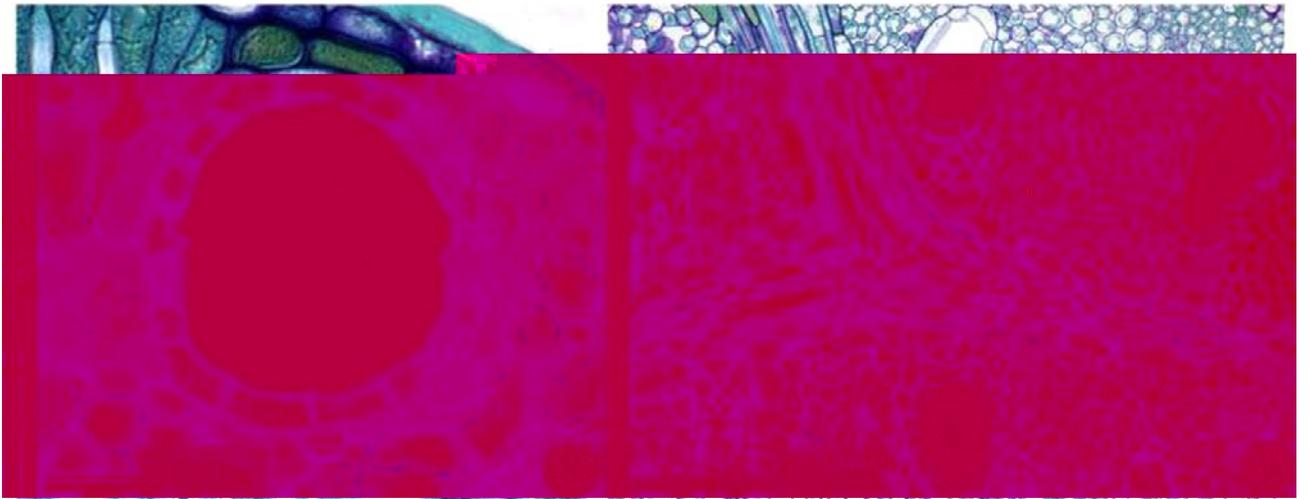
- Absy, M.L. & Scavone, O. 1973. Sobre a morfologia e anatomia de *Casearia sylvestris* Swartz. Boletim de Zoologia e Biologia Marinha 30: 641-676.
- Ascensão, L. & Pais, M.S. 1988. Ultrstructure and histochemistry of secretory ducts in *Artemisia campestris* ssp. *maritima* (Compositae). Nordic Journal of Botany 8:283-292.
- Basile, A.C., Sertié, J.A.A., Panizza, S., Oshiro, T.T. & Azzolini, C.A. 1990. Pharmaceutical assay of *Casearia sylvestris* – I: preventive anti-ulcer activity and toxicity of the leaf crude extract. Journal of Ethnopharmacology 30: 185-197.
- Beutler, J.A., McCall, K.L., Herbert, K., Herald, D.L., Pettit, G.R., Johnson, T., Shoemaker, R.H. & Boyd, M.R. 2000. Novel cytotoxic diterpenes from *Casearia arborea*. Journal of Natural Products 63: 657-661.
- Bolzani, V.S., Young, M.C.M., Furlan, M., Cavalheiro, A.J., Araújo, A.R., Silva, D.H. & Lopes, M.N. 1999. Search for antifungal and anticancer compounds from native plant species of Cerrado and Atlantic Forest. Anais da Academia Brasileira de Ciências 71: 181-187.
- Borges, M.H., Soares, A.M., Rodrigues, V.M., Oliveira, F., Fransheschi, A.M., Rucavado, A., Giglio, J.R. & Homs-Brandeburgo, M.I. 2001. Neutralization of proteases from *Bothrops* snake venoms by the aqueous extract from *Casearia sylvestris* (Flacourtiaceae). Toxicon 39: 1863-1869.
- Cain, A.J. 1947. The use of Nile blue in the examination of lipids. Quarterly Journal of Microscopical Science 88: 383-392.
- Chase, M.W., Zmarzty, S., Lledó, M.D., Wurdack, K., Swensen, S.M. & Fay, M.F. 2002. When in doubt, put it in Flacourtiaceae: a molecular phylogenetic analysis based on plastid *rbcL* DNA sequences. Kew Bulletin 57: 141-181.
- Coimbra, R. 1958. Notas de fitoterapia. Laboratório Clínico Silva Araújo, Rio de Janeiro.
- Correa, M.P. & Pena, L.A. 1931. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas 3. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro.
- Curtis, J.D. & Lersten, N.L. 1986. Development of bicellular foliar secretory cavities in white snakerrot, *Eupatorium rugosum* (Asteraceae). American Journal of Botany 73: 79-86.
- David, R. & Carde, J.P. 1964. Coloration différentielle des inclusions lipidique et terpeniques des pseudophylles du *Pin maritime* au moyen du reactif Nadi. Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l' Academie des Sciences Paris, Série D 258: 1338-1340.
- Fahn, A. 1979. Secretory tissues in plants. Academic Press, London.

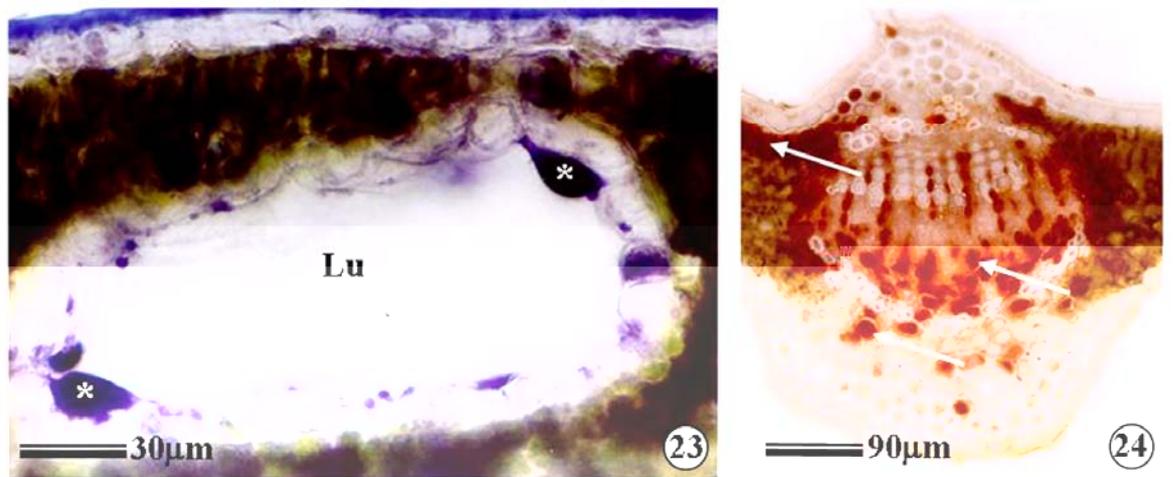
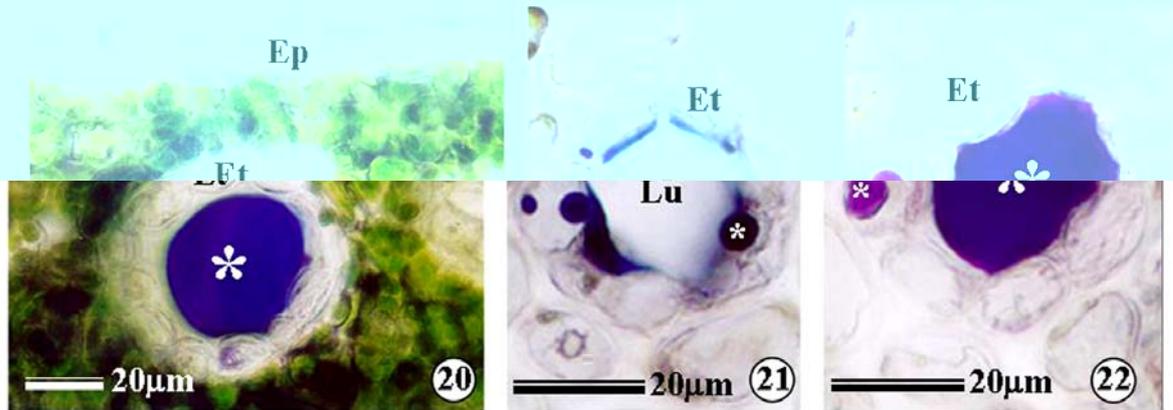
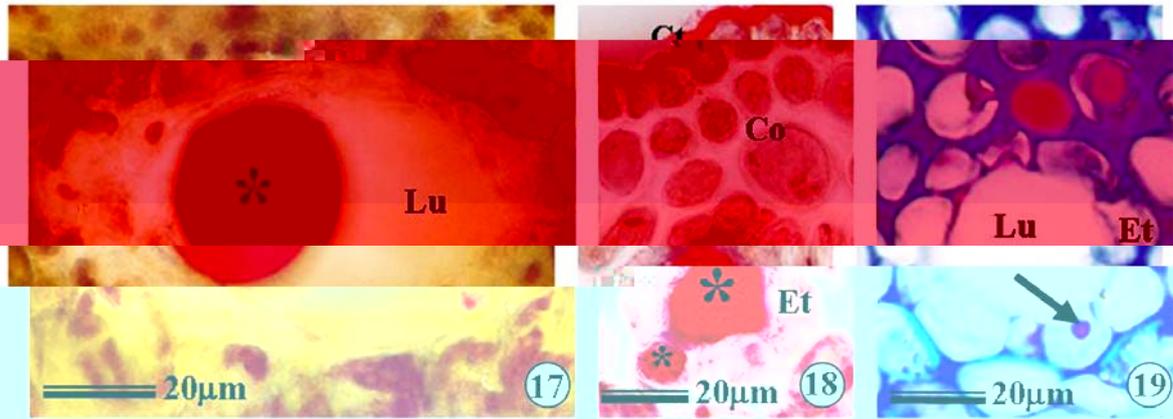
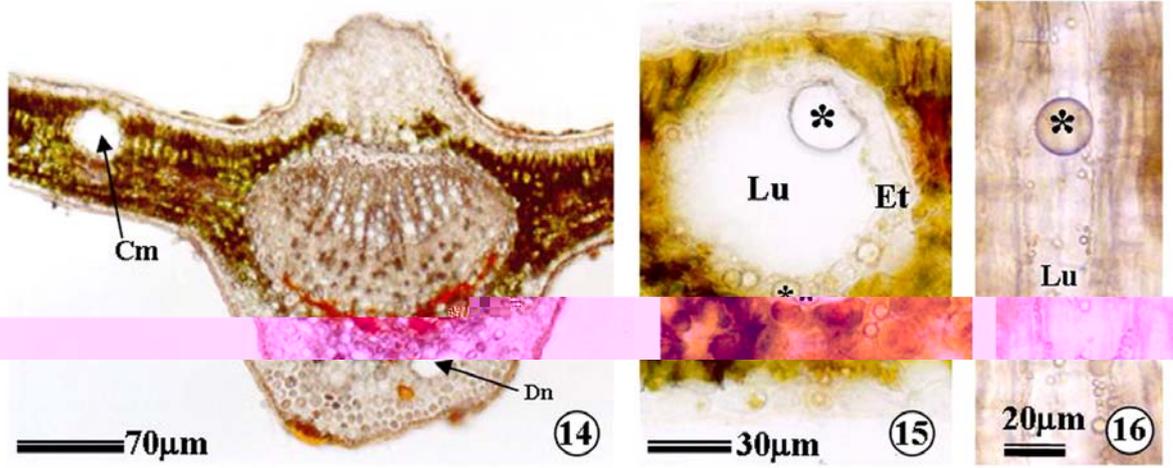
- Furr, M. & Mahlberg, P.G. 1981. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. *Journal of Natural Products* 44: 153–159.
- Gabe, M. 1968. *Techniques histologiques*. Masson & Cie, Paris.
- Ganter, P. & Jollés, G. 1969. *Histochimie normale et pathologique*. Gauthier – Villars, Paris.
- Geissman, T.A. & Griffin, T.S. 1971. Sesquiterpene lactones: acid-catalyzed color reactions as an aid in structure determination. *Phytochemistry* 10: 2475 –2485.
- Gibbons, S., Gray, A.I. & Waterman, P.G. 1996. Clerodane diterpenes from the bark of *Casearia tremula*. *Phytochemistry* 41: 565-570.
- Hoehne, F.C. 1939. *Plantas e substâncias vegetais tóxicas e medicinais*. Graphicars, São Paulo.
- Hoehne, F.C., Kuhlmann, M. & Handro, O. 1941. *O Jardim Botânico de São Paulo*. Secretaria da Agricultura, São Paulo.
- Itokawa, H., Totsuka, N., Takeya, K., Watanabe, K. & Obata, E. 1988. Antitumor principles from *Casearia sylvestris* SW. (Flacourtiaceae), structure elucidation of new clerodane diterpenes by 2-D NMR spectroscopy. *Chemical Pharmacological Bulletin* 36: 1585-1588.
- Jensen, W.A. 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. W. H. Freeman & Co., San Francisco.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. Mc Graw-Hill Book Co. Inc., New York.
- Klein, R.M. & Sleumer, H.O. 1984. Flacourtiáceas. *In Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí - Santa Catarina, p.1-96.
- Koptur, S. 1992. Extrafloral nectary-mediated interactions between insects and plants. *In Insect-plant interactions* (E. Bernays, ed.). CRC Press, Boca Raton, p. 82-129.
- Kuhlmann, J.G. 1928. Monographia das espécies brasileiras dos gêneros da tribo Oncobae: *Carpotroche*, *Mayna* e *Lindackeria*, (Flacourtiaceas) cujas sementes contêm um óleo análogo ao obtido das sementes da Chaulmoogra. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 21: 389-402.
- Lersten, N.R. & Beaman, J.M. 1998. First report of oil cavities in Scrophulariaceae and reinvestigation of air spaces in leaves of *Leucophyllum frutescens*. *American Journal of Botany* 85: 1646-1649.
- Lersten, N.R. & Curtis, J.D. 1986. Tubular cavities in white snakeroot, *Eupatorium rugosum* (Asteraceae). *American Journal of Botany* 73: 1016-1021.
- Lersten, N.R. & Curtis, J.D. 1996. Survey of leaf anatomy, especially secretory structures, of tribe Caesalpinieae (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Plant Systematics and Evolution* 200: 21-39.
- Löfgren, A. 1894. *Boletim da comissão geográfica e geológica do estado de São Paulo* 10. São Paulo.

- Mace, M.E. & Howell, C.R. 1974. Histological and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. *Canadian Journal of Botany* 52: 2423-2426.
- Machado, S.R. & Carmello-Guerreiro, S.M. 2001. Estrutura e desenvolvimento de canais secretores em frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). *Acta Botânica Brasileira* 15: 189-195.
- Maia, V. 1979. Técnica histológica. Atheneu, São Paulo.
- Metcalf, C.F. & Chalk, L. 1950. Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Clarendon Press, Oxford.
- Monteiro, W.R., Castro, M.M., Fahn, A. & Caldeira, W. 1995. Observations on the development of the foliar secretory cavities of *Porophyllum lanceolatum* (Asteraceae). *Nordic Journal of Botany* 15: 69-76.
- Nair, G.M., Venkaiah, K. & Shah, J.J. 1983. Ultrastructure of gum-resin ducts in Cashew (*Anacardium occidentale*). *Annals of Botany* 51: 297-305.
- O'Brien, T.P. & McCully, M.E. 1981. The study of plant structure principles and selected methods. Termarcaphi Pty. Ltda, Melbourne – Austrália.
- Oberlies, N.H., Burgess, J.P., Navarro, H.A., Pinos, R.E., Fairchild, C.R., Peterson, R.W., Soejarto, D.D., Farnsworth, N.R., Kinghorn, A.D., Wani, M.C. & Wall, M.E. 2002. Novel bioactive clerodane diterpenoids from the leaves and twigs of *Casearia sylvestris*. *Journal of Natural Products* 65: 95-99.
- Pearse, A.G.E. 1980. Histochemistry theoretical and applied. Churchill Livingstone, Edinburgh.
- Pio Corrêa, M. 1984. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Instituto de Desenvolvimento Florestal, Rio de Janeiro.
- Prakash, C.V.S., Hoch, J.M. & Kingston, G.I. 2002. Structure and stereochemistry of new cytotoxic clerodane diterpenoids from the bark of *Casearia lucida* from the Madagascar rainforest. *Journal of Natural Products* 65: 100-107.
- Sant'Anna-Santos, B.F., Thadeo, M., Meira, R.M.S.A., Ascensão, L. 2006. Anatomia e histoquímica das estruturas secretoras do caule de *Spondias dulcis* Forst. F. (Anacardiaceae). *Revista Árvore* 30: 481-489.
- Schwab, D.W., Simmons, E. & Scala, J. 1969. Fine structure changes during function of the digestive gland of Venus's-flytrap. *American Journal of Botany* 56: 88-100.
- Silva, F.A., Baisch, A.L.M., Oliveira, B., Battastini, A.M., Torres, F., Racoski, G., Silva, E.S., Alam, M.F., Apolinário, J.C.G. & Lapa, A.J. 1988. Estudos farmacológicos preliminares dos extratos da *Casearia sylvestris* Swartz. *Acta Amazônica* 18: 219-229.

- Silva, G.A.A.B. & Bauer, L. 1970. Análise do óleo essencial de *Casearia sylvestris* Sw. Revista Brasileira de Farmácia 6: 327-331.
- Silva, R.A.D. 1926. Farmacopéia dos estados unidos do Brasil. Ed. Nacional, São Paulo.
- Simões, C.M.O., Schenkel, E.P., Gosmann, G., Mello, J.C.P. de, Mentz, L.A. & Petrovick, P.R. (org.) 2001. Farmacognosia: da Planta ao Medicamento. Ed. Universidade/UFRGS/ Ed. da UFSC, Porto Alegre/Florianópolis.
- Siqueira, J.C. 1981. Utilização popular das plantas do cerrado. Loyola, São Paulo.
- Sleumer, H. 1980. Flacourtiaceae. Monograph number 22. In Flora Neotropica 22. The New York Botanical Garden, Nova York, p.1-499.
- Spencer K.C., Seigler D.S., Fikenscher L.H. & Hegnauer R. 1982. Gynocardin and tetraphyllin-b from *Carpotroche brasiliensis*. Planta Medica 44: 28-29.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2004. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In Fisiologia vegetal (L. Taiz, E. Zeiger, eds.). Trad. Santarém, E.R. et al. Artmed, Porto Alegre, p. 309-334.
- Torres, R.B. & Yamamoto, K. 1986. Taxonomia das espécies de *Casearia* Jacq. (Flacourtiaceae) do estado de São Paulo. Revista Brasileira de Botânica 9: 239-258.







3º ARTIGO

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E HISTOQUÍMICA DAS GLÂNDULAS
FOLIARES DE *Prockia crucis* P. BROWNE EX. L.**

Marcela Thadeo^{1,3,*}; Mariana Franco Cassino^{2,3}; Narah Costa Vitarelli^{2,3}; Renata M. Strozi
Alves Meira³; Aristéa A. Azevedo³; João M. Araújo⁴; Vânia M. M. Valente³

¹Parte da Tese de Doutorado da Primeira Autora. ²Bolsistas de Iniciação Científica.

³Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Av. P. H. Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, fone: +55 31 3899-2520, fax: +55 31 3899-2580, Viçosa, MG, Brasil. ⁴Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa (UFV), CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. * Autor para correspondência:

tmarcela@gmail.com

Título abreviado: Thadeo *et al.* – Caracterização anatômica e histoquímica das glândulas de *Prockia crucis*.

RESUMO – O estudo da composição química do material secretado pelas estruturas secretoras, juntamente com a anatomia dessas estruturas, pode contribuir para a compreensão do exato papel e da função do produto secretado para a planta, além de poder ser um componente importante para as avaliações taxonômicas. Assim, os objetivos do trabalho foram avaliar anatomicamente a origem e o desenvolvimento das estruturas secretoras de *Prockia crucis*, bem como analisar histoquimicamente e quimicamente o exsudado produzido pelas glândulas. Folhas em diferentes estádios de desenvolvimento foram coletadas em um fragmento de Floresta Estacional Semi-Decidual Montana (Viçosa –MG) e submetidas às técnicas usuais em anatomia vegetal e a testes histoquímicos. Foram detectadas frutose, glicose e sacarose na secreção e a concentração de açúcares equivale a 49,6% do total do secretado. As glândulas foram identificadas como nectários extraflorais (NEFs), sendo esse o primeiro relato da sua presença para o gênero. O néctar produzido possui alto valor energético. Os NEFs ocorrem nas regiões basais e marginais da folha, são sésseis, circulares e com uma concavidade central. A epiderme que recobre a concavidade é secretora, uniestratificada, formando uma paliçada de células que reagiram fortemente ao PAS e ao Xilidine Ponceau, evidenciando polissacarídeos neutros e proteínas totais, respectivamente. O parênquima nectarífero possui algumas células com citoplasma granuloso que reagiram ao teste para compostos fenólicos. Esse parênquima é interrompido pelas extensões vasculares que se ramificam até a epiderme secretora. O desenvolvimento dos nectários se inicia muito precocemente, já nos primórdios foliares do meristema apical, estando totalmente diferenciado em folhas ainda em expansão. Devido à sua similaridade com os dentes salicídeos presentes em *Populus* e *Salix*, sugere-se que tais clados sejam próximos filogeneticamente.

Palavras-chave: Flacourtiaceae, Salicaceae, nectários extraflorais, ontogenia, química da secreção.

ABSTRACT – Anatomic and histochemistry characterization from foliar glands of *Prockia crucis* P. Browne Ex. L. The study of the chemical composition of the material secreted by secretory structures and anatomy of these structures may contribute to a better understanding of its precise role and functions, being an important component for taxonomic evaluations as well. Thus, the objectives of this work were to anatomically evaluate the origin and development of the secretory structures of *Prockia crucis* and histochemically and chemically analyze the exudates produced by the glands. Leaves at different stages of development were collected in a fragment of a Montane Semi-Deciduous Seasonal Forest (Viçosa –MG) and submitted to the standard plant anatomy techniques and to histochemical tests. Fructose, glucose and sucrose were detected in the secretion with sugar concentration amounting to 49.6% of the total secreted. The glands were identified as extrafloral nectaries (EFNs), this being the first report of their presence for the genus. The nectar produced is of high energy value. The EFNs are sessile, globular glands occurring on the basal and marginal regions of the leaf, with a central concavity. The epidermis surrounding the concavity is secretory, unistratified, forming a palisade that reacted strongly to PAS and Xylidine Ponceau, evidencing total carbohydrates and proteins, respectively. The nectariferous parenchyma contains some cells with granulous cytoplasm that reacted to the phenolic compound test. This parenchyma is interrupted by vascular extensions ramifying up to the secretory epidermis. Nectary development initiated very early, at the leaves primordium of the shoot apical meristem, being totally differentiated on expanding leaves. Due to its similarity with the salicoid teeth present in *Populus* and *Salix*, such taxa are suggested to be phylogenetically close.

Keywords: Flacourtiaceae, Salicaceae, extrafloral nectaries, ontogeny, chemistry of secretion.

INTRODUÇÃO

A família Flacourtiaceae, de acordo com Cronquist (1968), apresenta os caracteres mais primitivos dentro da ordem Violales. No sistema filogenético de classificação (APG, 1998; Chase *et al.*, 2002) Flacourtiaceae foi desmembrada em duas famílias, Salicaceae e Achariaceae, com a maior parte de seus representantes em Salicaceae, no clado das Eurosideas I, ordem Malpighiales. As características unificadoras dos representantes de Salicaceae *lato sensu* são os dentes foliares únicos, denominados salicóides, e compostos fenólicos do tipo salicina (Chase *et al.*, 2002).

De acordo com Sleumer (1980), a família Flacourtiaceae é constituída por 7 tribos, 86 gêneros e cerca de 900 espécies, distribuídas nas Américas, África, Ásia, Malásia, Austrália e nas ilhas do Pacífico. Na América ocorrem 32 gêneros, com cerca de 300 espécies neotropicais (Klein e Sleumer, 1984) e no Brasil, são citados 19 gêneros e, aproximadamente, 90 espécies (Barroso *et al.*, 2002).

Prockia compreende duas espécies: *Prockia flava* Karsten, restrita à Venezuela, e *Prockia crucis* P. Browne ex. L., distribuída por toda a América Central e do Sul, nas regiões tropical e subtropical. São arbustos ou arvoretas cujas folhas têm bordas glandular-serreadas e na base normalmente apresentam duas glândulas localizadas em alturas diferentes (Klein e Sleumer, 1984).

As estruturas secretoras apresentam uma grande variação na morfologia, anatomia, função, posição que ocupam e tipo de substância que secretam. O estudo da composição química do material secretado, juntamente com a anatomia dessas estruturas, pode contribuir para a compreensão do exato papel e da função do produto secretado para a planta (Fahn, 1979), além de poder ser um componente importante para as avaliações taxonômicas (Solereder, 1908; Metcalfe e Chalk, 1979). A diversidade de estruturas secretoras registradas em Flacourtiaceae é elevada e, em muitos casos, a denominação de

glândula é adotada num contexto de reconhecer que a estrutura é secretora sem, contudo, caracterizá-la. Nas descrições taxonômicas é comum a utilização de termos como dentes salicóides e margens glandulares (Sleumer, 1980; Klein e Sleumer, 1984; Chase *et al.*, 2002). A caracterização de tais estruturas é de fundamental importância, pois nem sempre existe uma correspondência da observação morfológica com a estrutural (Lersten e Curtis, 1996).

As glândulas presentes nas folhas de *P. crucis* apresentam-se topográfica e morfológicamente semelhantes a nectários extraflorais e aos dentes salicóides. Nectários são estruturas secretoras de néctar, uma solução composta, basicamente, por glicose, frutose e sacarose, nas mais variadas concentrações. O néctar pode conter ainda maltose, rafinose, melobiose, mucilagem, aminoácidos, proteínas, ácidos orgânicos, íons, fosfatos, vitaminas, compostos fenólicos, oxidases e tirosinases (Fahn, 1979; Baker e Baker, 1983). Além disso, a composição do néctar pode variar substancialmente, dependendo da posição e do tipo de nectário (Roshchina e Roshchina, 1993).

As primeiras propostas sobre o valor adaptativo dos nectários extraflorais (NEFs) sugerem que tais estruturas sejam responsáveis pela secreção do excesso de fotoassimilados (Mound, 1962), não trazendo necessariamente nenhuma vantagem adaptativa para a espécie vegetal. Entretanto, não há consenso quanto a essa hipótese, uma vez que um número crescente de trabalhos e evidências sugere uma função protecionista para os NEFs. O néctar produzido seria um recurso disponibilizado para visitantes, especialmente formigas de comportamento agressivo, que garantiriam proteção à planta. Os visitantes atuariam como um efetivo agente contra a herbivoria, permitindo um maior sucesso adaptativo à planta (Roshchina e Roshchina, 1993; Morellato e Oliveira, 1994).

Os objetivos do presente trabalho foram caracterizar a estrutura e o desenvolvimento das glândulas da folha de *P. crucis*, bem como analisar quimicamente o

exsudado produzido. Esta caracterização é crucial para abordagens filogenéticas, especialmente quanto à proximidade entre os clados Flacourtiaceae e Salicaceae *stricto sensu*.

MATERIAL E MÉTODOS

Folhas de *Prockia crucis* foram coletadas em três plantas nativas de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana (Veloso *et al.*, 1991), localizado no Sítio Bom Sucesso (Viçosa-MG). Essa mata está em uma propriedade particular que dista aproximadamente 5 km do Campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV). De toda a propriedade, apenas um trecho de um vale de aproximadamente 35 ha foi mantido como remanescente florestal. A altitude é de 750 m e o fragmento está situado nas proximidades da Mata do Paraíso, maior fragmento florestal da região de Viçosa e de propriedade da UFV. Material testemunha encontra-se depositado no Herbário da Universidade Federal de Viçosa, sob o número VIC 17.167.

Para o estudo de ontogenia das glândulas de *P. crucis*, amostras foram coletadas segundo o estágio de desenvolvimento da folha: Estádio I (primórdios foliares no ápice caulinar), Estádio II (folhas do 1º nó), Estádio III (folhas do 2º nó), Estádio IV (folhas do 3º nó), Estádio V (folhas do 4º nó) e Estádio VI (folhas do 5º nó), fixadas em FAA₅₀ por 24 horas ou em solução de sulfato ferroso em formalina para detecção de compostos fenólicos por 48 horas, e estocadas em etanol 70% (Johansen, 1940). As amostras fixadas em FAA₅₀ foram desidratadas em série etílica e incluídas em metacrilato (Historesin, Leica Instruments, Heidelberg, Alemanha). Os cortes (transversais e longitudinais de 6 – 8 µm de espessura) foram obtidos em micrótomo rotativo de avanço automático (modelo RM2155, Leica Microsystems Inc., Deerfield, USA), com utilização de navalhas de aço descartáveis e corados com Azul de Toluidina pH 4,0 por 8 minutos (O'Brien e McCully, 1981) para

caracterização estrutural, com Xilidine Ponceau (XP) (O'Brien e McCully, 1981) e Comassie Brilliant Blue (Fisher, 1968) para proteínas totais, Vermelho de Rutênio para substâncias pécnicas (Johansen, 1940) e PAS para polissacarídeos neutros (Maia, 1979).

Os demais testes foram aplicados somente em amostras frescas das glândulas adultas (estádios V e VI) seccionadas transversalmente, utilizando-se micrótopo de congelamento (modelo CM1850, Leica Microsystems Inc., Deerfield, USA) ou micrótopo de mesa (modelo LPC, Rolemberg e Bhering Comércio e Importação LTDA, Belo Horizonte, Brasil). As classes de metabólitos investigadas e os testes empregados nas amostras frescas encontram-se descritos na Tabela 1. Secções controle foram realizadas simultaneamente, segundo recomendações da literatura (Tabela 1).

Tabela 1 – Metodologias utilizadas para detectar as principais classes de metabólitos em amostras frescas.

Compostos	Em Luz Visível	Referências
Lipídios Totais	Sudan IV	(Pearse, 1980)
Óleos essenciais e Óleos-resina	Reagente de NADI	(David e Carde, 1964)
Lignina	Floroglucinol	(Johansen, 1940)
Alcalóides	Reagente de Dragendorff	(Svendsen e Verpoorte, 1983)
Amido	Lugol	(Jensen, 1962)

As lâminas foram montadas com resina sintética (Permount) ou gelatina glicerinada. As observações e a documentação fotográfica foram realizadas em microscópio de luz (modelo AX70TRF, Olympus Optical, Tóquio, Japão) equipado com sistema U-Photo.

Fragmentos de folhas adultas (estádios V e VI) foram submetidos à diafanização, utilizando-se solução de hidróxido de sódio 10% e hipoclorito 20% (Johansen, 1940, modificado), corados com safranina (1% solução alcoólica) e montados com gelatina glicerinada.

Amostras da margem foliar foram fixadas em solução contendo 2,5% de glutaraldeído e 4% de paraformaldeído, em tampão cacodilato de sódio 0,1M pH 7,2 (Karnovsky, 1965, modificado), por 48 horas, e pós-fixadas por 18 horas, em tetróxido de ósmio a 1% preparado no mesmo tampão; foram lavadas no mesmo tampão, desidratadas e estocadas em etanol 70%. Após desidratação em série etílica, as amostras foram secas ao ponto crítico, utilizando-se equipamento apropriado (modelo CPD020, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein), montadas nos suportes e recobertas com ouro (Bozzola e Russel, 1992) em metalizador (modelo FDU010, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein). A investigação e a documentação foram realizadas em um microscópio eletrônico de varredura (modelo JSMT200, Jeol Co., Tokyo, Japão) pertencente ao Núcleo de Microscopia e Microanálise da UFV.

Para a detecção de açúcares, amostras do exsudado foram obtidas diretamente das glândulas, por meio de um tubo capilar. Ramos coletados foram levados ao laboratório e mantidos em recipientes contendo água de torneira, visando intensificar a quantidade de exsudado produzido. Após a coleta, a secreção foi acondicionada em freezer dentro de tubos eppendorf e, posteriormente, analisada no laboratório de Química Orgânica do Departamento de Química da UFV. O secretado foi dissolvido em água purificada, e submetido à HPLC (modelo LC – 6AD, Shimadzu, Osaka, Japão) com detector RID, coluna Techspherene NH₂ (250 mm x 4,6 mm di; 5 µm) e pré coluna Techspherene NH₂ (20 mm x 4,6 mm di; 5 µm). A fase móvel utilizada foi acetonitrila: água purificada (70:30v/v), sendo o seu fluxo de 1 ml / min. Com o objetivo de construir a curva de calibração, foram injetadas alíquotas de 10, 20 e 30 µl de uma solução contendo padrões de frutose, glicose e sacarose a 1,2 mg / ml. Finalmente, foram injetados 2 µl da solução obtida através da diluição da secreção em 2 µl de água (branco) (Meyer, 1994). A secreção

foi classificada quanto ao teor de açúcar conforme classificação proposta por Baker e Baker (1983).

RESULTADOS

A concentração de açúcares na secreção de *Prockia crucis* equivale a 49,6% do total do secretado, sendo 12,4% de frutose; 16,2% de glicose e 21% de sacarose. Desta forma, a secreção corresponde a néctar e a estrutura deve ser classificada como nectário. O valor da relação dissacarídeo/monossacarídeo é de 0,73 ($[\text{sacarose}]/[\text{frutose}] + [\text{glicose}]$), sendo o néctar reconhecido como bastante energético e classificado como “sacarose-rico”.

Os NEFs ocorrem em diferentes posições da folha; na inserção do pecíolo com a lâmina foliar se observa uma projeção voltada para a superfície abaxial (NEF basal – Figs. 1A e B) e em toda a margem foliar, no ápice dos dentes (Figs. 1C, 1D, 1E e 1F). Tais estruturas secretoras são sésseis, globosas, apresentam uma concavidade central e secretam um líquido viscoso e translúcido (Fig. 1F). A vista desarmada apresentam coloração verde-escuro brilhante. Os NEFs basais apresentam-se maiores que os marginais, e geralmente encontram-se solitários, por vezes aos pares.

O NEF é intensamente vascularizado por nervuras laterais que confluem para a margem (Fig. 2A), destacando-se nesta região uma grande quantidade de cristais de oxalato de cálcio do tipo drusa. Os nectários mostram um bordo elevado que circunda uma concavidade de superfície irregular, sendo que nas adjacências do nectário estão presentes tricomas tectores (Figs. 2B e 2C). A cutícula, tanto do bordo quanto da cavidade, é lisa e pode, em alguns locais, apresentar-se rompida (Fig. 2D).

Anatomicamente os NEFs são semelhantes, apesar de os basais serem maiores que os marginais (Figs. 1B e 1F). Possuem epiderme secretora uniestratificada em paliçada, de células altas e colunares, com citoplasma denso (Figs. 3A, 3B e 3C), que reagiram fortemente ao PAS e ao XP e Comassie Brilliant Blue, evidenciando carboidratos totais e

proteínas (Figs. 4A, 4B, 4E e 4F). As paredes anticlinais e a periclinal interna são delgadas e de natureza pecto-celulósica, evidenciadas pelo Vermelho de Rutênio (Fig. 4C). A parede periclinal externa é mais espessa, evidenciada pela diferença de coloração produzida pelo Vermelho de Rutênio (Fig. 4D).

A cutícula é espessa e foi evidenciada através de reação com Sudan IV (Figs. 5C e 5D). Em algumas secções a cutícula mostrou-se descolada da parede, originando pequenos espaços onde se acumula a secreção (Figs. 4A, 4B e 4C).

O parênquima nectarífero subepidérmico é formado por várias camadas de células poligonais e aclorofiladas, com núcleos periféricos, nucléolo evidente e vacúolo proeminente (Figs. 3A, 3B e 3C), não reagindo aos testes aplicados (Figs. 4 e 5). Inclusões cristalíferas do tipo drusa (Figs. 3B, 3C e 5C) são abundantes nesta região. Entremeadas a esse tipo celular descrito acima ocorrem células com citoplasma granuloso densamente corado em verde pelo Azul de Toluidina (Figs. 3A, 3B e 3C), que reagiu para a presença de compostos fenólicos (Figs. 5A e 5B). Essas células granulosas nem sempre são contíguas na superfície abaxial da folha, interrompidas pelas extensões vasculares que se ramificam (Figs. 3B e 3C).

Feixes vasculares chegam até a margem foliar onde se localiza o nectário, com terminações vasculares constituídas de xilema e floema chegando até a epiderme secretora em proporções aproximadamente iguais (Figs. 3B e 3C).

Os resultados dos testes histoquímicos estão sumarizados na Tabela 2. Foram detectadas substâncias hidrofílicas (polissacarídeos neutros, proteínas e compostos fenólicos) e lipofílicas (lipídios). Não foram detectados alcalóides e amido. Pequenas gotas no citoplasma das células da epiderme, da face adaxial, reagiram ao Sudan IV (Figs. 5C e 5D) e ao Reagente de Nadi.

Tabela 2 – Resultado dos testes histoquímicos nos NEFs de *Prockia crucis*.

Grupo de Compostos	Teste	Órgão	Nectário extrafloral		
			Epiderme em paliçada	Parênquima nectarífero	Epiderme adaxial
Lipídios Totais	Sudan IV		-	-	+
Terpenóides (óleo-resina)	Reagente de Nadi		-	-	+
Compostos Fenólicos	Sulfato ferroso*		-	+	-
	Floroglucinol (lignina)		-	-	-
Alcalóides	Reagente de Dragendorff		-	-	-
Polissacarídeos Neutros	PAS		+	-	-
Amido	Lugol		-	-	-
Substâncias Pécnicas	Vermelho de Rutênio		-	-	-
Proteínas Totais	Xilidine Ponceau		+	-	-
	Comassie Brillant Blue		+	-	-

Abreviações: * fixador / + (reação positiva) / - (reação negativa).

O desenvolvimento do nectário basal é sincronizado com o marginal e ao longo da margem também ocorre sincronia, tal fato iniciado muito precocemente já nos primórdios foliares recém formados (Fig. 6A). O primeiro estágio de desenvolvimento (estádio I) foi reconhecido como uma região mais dilatada na margem do primórdio (Fig. 6B), o qual se caracteriza por apresentar: lâmina foliar em formato cilíndrico; um único cordão procambial em sua porção central, envolvido pelo meristema fundamental, e células protodérmicas com formato tabular, citoplasma denso e núcleo volumoso (Fig. 6C). No meristema fundamental se destacam algumas células em início de diferenciação que coraram fortemente de verde pelo Azul de Toluidina. A formação do nectário envolve a atividade de células meristemáticas da protoderme, do meristema fundamental e do procâmbio.

Na margem do primórdio foliar (estádio I), um conjunto de células da protoderme, após sofrer seguidas divisões anticlinais, destaca-se pelo maior volume e por apresentar núcleo mais evidente que as demais, caracterizando o estágio inicial de desenvolvimento da glândula (Figs. 6B e 6C). Nos estádios posteriores (estádios I e II), estas células passam

por um processo de diferenciação e assumem um formato colunar e aspecto secretor (Figs. 6D e 6E). As células protodérmicas adjacentes a estas continuam a se dividir anticlinalmente e as suas derivadas sofrem o mesmo processo de expansão descrito para as anteriores (Figs. 6F e 6G). Este evento é contínuo e assim, as células protodérmicas da margem foliar se diferenciam seqüencialmente do centro para a periferia do nectário em formação.

É interessante notar que as paredes periclinais externas da epiderme secretora do nectário são espessas, sendo tal característica ainda mais marcante nos estádios iniciais (I e II) do desenvolvimento (Figs. 6E e 6G).

No estágio II (Figs. 6F e 6G), a partir do meristema fundamental inicia-se a diferenciação de dois tipos de células parenquimáticas distintas: uma que dará origem à células poligonais e aclorofiladas, com núcleos periféricos, nucléolo evidente, vacúolo proeminente e citoplasma denso; e outro, composto de células com citoplasma granuloso densamente corado em verde pelo Azul de Toluidina.

Nos primórdios foliares, o sistema vascular é constituído por um único cordão procambial, ainda sem ramificações até as porções marginais (Figs. 6B e 6D). Durante o desenvolvimento do nectário não ocorre a diferenciação de um sistema vascular próprio, sendo sua irrigação realizada por ramificações do xilema e floema foliares que, a partir do estágio III, são observadas chegando até o parênquima nectarífero.

Nas fases iniciais do seu desenvolvimento, a folha encontra-se enrolada e o nectário, apesar de totalmente formado ainda não está exposto (Figs. 7A-D). Com a expansão da lâmina foliar ocorre o seu desenrolamento e o nectário assume a posição ventral característica (Fig. 3A).

No estágio IV o nectário encontra-se totalmente formado e identificado por uma epiderme secretora em paliçada característica do nectário adulto (Figs. 7C e 7D).

DISCUSSÃO

A detecção de glicose, frutose e sacarose nas glândulas de *P. crucis* permite caracterizá-las como NEFs. A elevada concentração total de açúcares para os NEFs, como já constatado em outras plantas como algodoeiro (61,7%) e mamona (74%), pode ser resultante dos NEFs serem mais expostos que os nectários florais e sujeitos a uma evaporação adicional. As altas concentrações de açúcares podem também auxiliar numa defesa indireta, uma vez que aumentariam a visitação e o tempo de permanência das formigas. Além disso, o néctar extrafloral concentrado torna-se viscoso e evita a sua utilização por visitantes indesejáveis, como alguns Lepidoptera, cujas peças bucais exigem néctares com baixa concentração de açúcares (Wäckers *et al.*, 2001).

A distribuição dos nectários extraflorais corresponde àquela descrita na literatura para as glândulas marginais de *P. crucis*. Embora Klein e Sleumer (1984) tenham descrito a espécie como possuidora de duas glândulas basais localizadas em alturas diferentes, em muitas das folhas observadas foi constatado apenas um nectário basal.

A análise morfológica e micromorfológica dos nectários da margem e da base foliar mostraram que são estruturas semelhantes, enquadrando-se no tipo séssil e achatado (Flachnektarien), segundo a classificação de Zimmermann (1932).

Os nectários de *P. crucis* são estruturalmente bem organizados. Nectários foliares com organização anatômica similar, com algumas variações estruturais, foram descritos em espécies de Acanthaceae (McDade e Turner, 1997), Euphorbiaceae (Freitas *et al.*, 2001), Rosaceae (Dorscy e Weiss, 1920), Salicaceae (Curtis e Lersten, 1974, 1978, 1980) e Verbenaceae (Padma Rao e Ramayya, 1992).

No sistema de Cronquist (1968), Flacourtiaceae e Salicaceae são duas famílias próximas. O registro de NEFs em *Prockia* é inédito. Existe relato da presença de nectários extraflorais tanto em *Populus* quanto em *Salix*, os únicos gêneros da família Salicaceae.

Em *Populus* (Curtis e Lersten, 1974, 1978) e *Salix* (Curtis e Lersten, 1980), foram também registradas glândulas de resina, sendo que para algumas espécies, há relato de secreção apenas de néctar ou de resina e para outras, tanto de néctar quanto de resina. Em *Populus*, é possível que ocorra facilmente uma transição entre a secreção de resina e de néctar (Curtis e Lersten, 1978). A similaridade anatômica das estruturas de Salicaceae e de *P. crucis* é enorme, constituindo-se em mais uma evidência da proximidade filogenética entre esses clados.

Cristais de oxalato de cálcio em nectários extraflorais, como observado em *P. crucis*, são comuns em diversos grupos taxonômicos (Metcalf e Chalk, 1979; Elias, 1983; Paiva e Machado, 2006). Estes cristais podem estar relacionados com o metabolismo do floema (Elias e Gelband, 1977), que é a principal fonte dos precursores do néctar (Fahn, 2000). A imobilização de cálcio na região floemática é uma estratégia que pode ser explicada pelo fato do transporte de sacarose, principal componente do néctar de *P. crucis*, envolver a atividade de ATPases, as quais podem ser inibidas pela presença de íons Ca^{2+} (Leonard e Hodges, 1980).

A eliminação da secreção, temporariamente acumulada em espaços subcuticulares, pode ocorrer via poros cuticulares, rompimento da cutícula ou em regiões onde exista uma maior permeabilidade da cutícula, como descrito em outros tipos de nectários e tricomas secretores (Fahn, 1979). No caso de *P. crucis* foi possível constatar um acúmulo da secreção entre a cutícula e as paredes das células da epiderme secretora, bem como possíveis fendas na cutícula, sendo provável que o néctar seja liberado por ruptura da cutícula.

Nectários vascularizados, como os de *P. crucis*, são, segundo Elias *et al.* (1975), altamente especializados, permanecendo ativos somente por um curto período de tempo, geralmente algumas semanas, quando as folhas estão em processo final de expansão. O

nectário de *P. crucis* permanece protegido durante todo o seu desenvolvimento, ficando exposto apenas na sua maturidade, quando provavelmente o processo de secreção já estava em curso.

Os testes histoquímicos detectaram substâncias consideradas nutricionalmente importantes a diversas classes de visitantes, como açúcares, proteínas e lipídios (Baker e Baker, 1990). Acredita-se que muitas das proteínas detectadas no néctar são, provavelmente, enzimáticas (Baker e Baker, 1982). Em 1973, Baker e Baker constataram que muitos néctares contêm lipídios (cerca de 30% das amostras por eles analisadas). Sabe-se que os lipídios do tipo óleos essenciais agem contra a perda excessiva de água e aumento da temperatura (Harbone, 1993), além de funcionar atraindo ou repelindo visitantes (Rodriguez *et al.*, 1984).

É comum a ocorrência de taninos nas células parenquimáticas próximas às células secretoras dos nectários (Elias, 1983). Os compostos fenólicos, como detectados nos NEFs de *P. crucis*, podem restringir o ataque por herbívoros e patógenos (Koptur, 1992), e atuar na proteção das células contra o excesso de radiação ultravioleta, bem como na manutenção da integridade do protoplasto em situações de estresse hídrico (Taiz e Zeiger, 2004). Em nectários extraflorais de *Hymenaea stigonocarpa*, Paiva e Machado (2006) descrevem uma camada de células (endoderme), que estabelece uma linha divisória entre o tecido secretor e a região vascularizada e o mesofilo, na qual é comum o acúmulo de compostos fenólicos, e sugere que esta atuaria impedindo o refluxo de néctar e direcionando sua liberação para o meio externo. Entretanto, em *P. crucis* tal característica não foi observada.

Esse é o primeiro relato da presença de NEFs para o gênero *Prockia*, sendo o néctar produzido com alto valor energético. O desenvolvimento do nectário é precoce, estando a estrutura totalmente formada e ativa em folhas ainda em expansão. Devido à similaridade

dos NEFs presentes em *P. crucis* com os dentes salicóides das espécies de *Populus* e *Salix*, esta característica é mais uma evidência da proximidade filogenética entre os clados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à técnica Cláudia Alencar Vanetti, pela colaboração na captura de imagens digitais ao microscópio eletrônico de varredura, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de iniciação científica e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG: The Angiosperm Phylogeny Group. 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **85**: 531-553.

Baker HG, Baker I. 1990. The predictive value of nectar chemistry to the recognition of pollinator type. *Israel Journal of Botany* **39**: 157-166.

Baker HG, Baker I. 1983. A brief historical review of the chemistry of floral nectar. In: Bentley BL, Elias TS, eds. *The Biology of Nectaries*. New York: Columbia University Press, 126-152.

Baker HG, Baker I. 1982. Some chemical constituents of floral nectars of *Erythrina* in relation to pollinators and systematics. In: Heywood VH, ed. *Taxonomy and Ecology*. New York: Academic Press, 243-264.

Baker HG, Baker I. 1973. Some anthecological aspects of the evolution of nectar-producing flowers, particularly amino acid production in nectar. *Allertonia* **3**: 25-37.

Barroso GM, Peixoto AL, Ichaso CLF, Guimarães EF, Costa CG. 2002. *Sistemática das angiospermas do Brasil*. Vol. 1. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV.

Bozzola JJ, Russel LD. 1992. *Electron microscopy*. Boston: Jones and Bartlett Publishers.

Chase MW, Zmarzty S, Lledó MD, Wurdack K, Swensen SM, Fay MF. 2002. When in doubt, put it in Flacourtiaceae: a molecular phylogenetic analysis based on plastid *rbcL* DNA sequences. *Kew Bulletin* **57**: 141-181.

Cronquist A. 1968. *The evolution and classification of flowering plants*. Boston: Houghton Misslin.

- Curtis JD, Lersten NR. 1974.** Morphology, seasonal variation, and function of resin glands on buds and leaves of *Populus deltoides* (Salicaceae). *American Journal of Botany* **61**: 835-845.
- Curtis JD, Lersten NR. 1978.** Heterophylly in *Populus grandidentata* (Salicaceae) with emphasis on resin glands and extrafloral nectaries. *American Journal of Botany* **65**: 1003-1010.
- Curtis JD, Lersten NR. 1980.** Morphology and anatomy of resin glands in *Salix lucida* (Salicaceae). *American Journal of Botany* **67**: 1289-1296.
- David R, Carde JP. 1964.** Coloration différentielle des inclusions lipidique et terpeniques des pseudophylles du *Pin maritime* au moyen du reactif Nadi. *Compte-Rendu de l'Académie des Sciences de Paris* **258**: 1338-1340.
- Dorscy MJ, Weiss F. 1920.** Petiolar glands in the plum. *Botanical Gazette* **69**: 391-406.
- Elias TS. 1983.** Extrafloral nectaries: their structure and distribution. In: Bentley BL, Elias TS, eds. *The Biology of Nectaries*. New York: Columbia University Press, 174-203.
- Elias TS, Gelband H. 1977.** Morphology, anatomy and relationship of extrafloral nectaries and hydathodes in two species of *Impatiens* (Balsaminaceae). *Botanical Gazette* **138**: 206-212.
- Elias TS, Rozich WR, Newcombe L. 1975.** The foliar and floral nectaries of *Turnera ulmifolia* L. *American Journal of Botany* **62**: 570-576.
- Fahn A. 2000.** Structure and function of secretory cells. *Advances in Botanical Research* **31**: 37-75.
- Fahn A. 1979.** *Secretory tissues in plants*. London: Academic Press.
- Fisher DB. 1968.** Protein staining of ribboned Epon sections for light microscopy. *Histochemie* **16**: 92-96.
- Freitas L, Bernardello G, Galetto L, Paoli AAS. 2001.** Nectaries and reproductive biology of *Croton sarcopetalus* (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* **136**: 267-277.
- Harbone JB. 1993.** *Ecological Biochemistry*. 4th ed. London: London Academic.
- Jensen WA. 1962.** *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco: W. H. Freeman & Co.
- Johansen DA. 1940.** *Plant microtechnique*. New York: Mc Graw-Hill Book Co. Inc.
- Karnovsky MJ. 1965.** A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. *Journal of Cell Biology* **27**: 137-138.
- Klein RM, Sleumer HO. 1984.** Flacourtiáceas. In: Reitz R, ed. *Flora ilustrada Catarinense*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1-96.

- Koptur S. 1992.** Extrafloral nectary-mediated interactions between insects and plants. In: Bernays E, ed. *Insect-plant interactions*. Vol. IV. Boca Raton: CRC Press, 82-129.
- Leonard RT, Hodges TK. 1980.** The plasma membrane. In: Stumpf PK, Conn EE, eds. *The Biochemistry of Plants*. New York: Academic Press, 163-181.
- Lersten NR, Curtis JD. 1996.** Survey of leaf anatomy, especially secretory structures, of tribe Caesalpinieae (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Plant Systematics and Evolution* **200**: 21-39.
- Maia V. 1979.** *Técnica histológica*. São Paulo: Atheneu.
- McDade LA, Turner MD. 1997.** Structure and development of bracteal nectary glands in *Aphelandra* (Acanthaceae). *American Journal of Botany* **84**: 1-15.
- Metcalf CR, Chalk L. 1979.** *Anatomy of the dicotyledons: systematic anatomy of leaf and stem with a brief history of the subject*. Vol.I. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press.
- Meyer, VR.** 1994. *Practical High-Performance Liquid Chromatography*. 2nd. John Wiley & Sons, Inc.: Chichester, England.
- Morellato LPC, Oliveira PS. 1994.** Extrafloral nectaries in the tropical tree *Guarea macrophylla* (Meliaceae). *Canadian Journal of Botany* **72**: 157-160.
- Mound LA. 1962.** Extrafloral nectarines of cotton and their secretions. *The Empire Cotton Growing Review* **39**: 254-261.
- O'Brien TP, McCully ME. 1981.** *The study of plant structure principles and selected methods*. Melbourne: Termarcarphi Pty. Ltda.
- Padma Rao PP, Ramayya N. 1992.** Structure and distribution of extrafloral nectaries (EFN) in *Clerodendrum* L. (Verbenaceae). *Journal of Indian Institute of Science* **72**: 131-137.
- Paiva EAS, Machado SR. 2006.** Ontogênese, anatomia e ultra-estrutura dos nectários extraflorais de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (Fabaceae – Caesalpinioideae). *Acta Botânica Brasilica* **20**: 471-482.
- Pearse AGE. 1980.** *Histochemistry theoretical and applied*, V. II. 4th ed. Edinburgh: Churchill Livingston.
- Rodriguez E, Healey PL, Menta I. 1984.** *Biology and chemistry of plant trichomes*. New York: Plenum.
- Roshchina VV, Roshchina VD. 1993.** *The excretory function of higher plants*. Berlin: Springer-Verlag.
- Sleumer H. 1980.** Flacourtiaceae. Monograph number 22. In: *Flora Neotropica* 22. Nova York: The New York Botanical Garden.
- Solereeder H. 1908.** *Systematic anatomy of the dicotyledons*. Vol. II. Oxford: Clarendon Press.

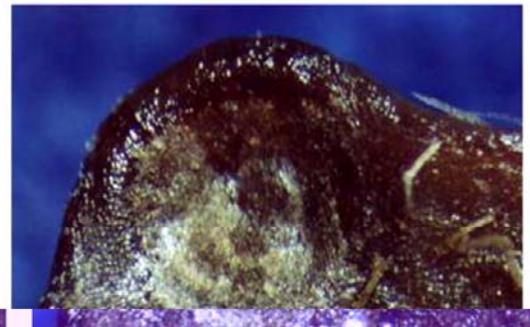
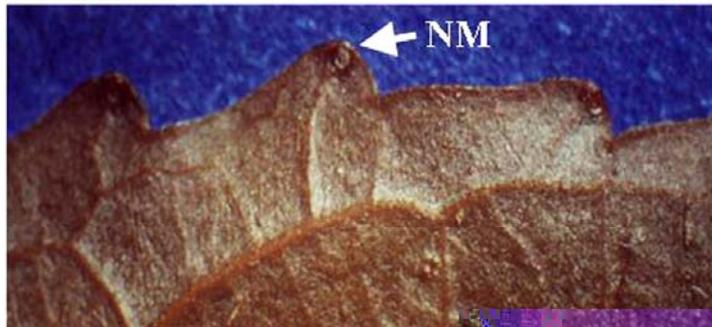
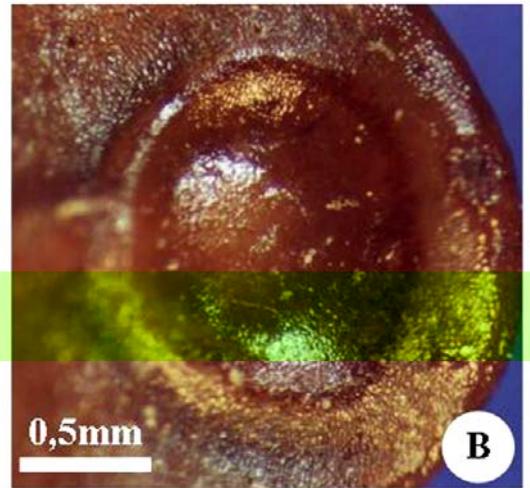
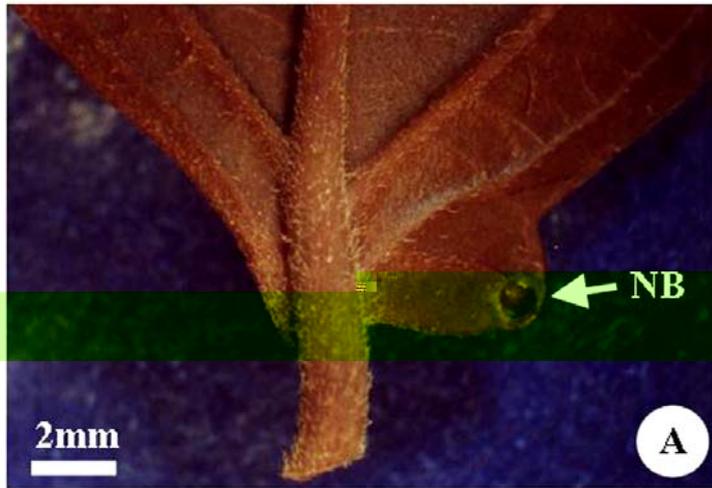
Svendsen AB, Verpoorte R. 1983. *Chromatography of alkaloids*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company.

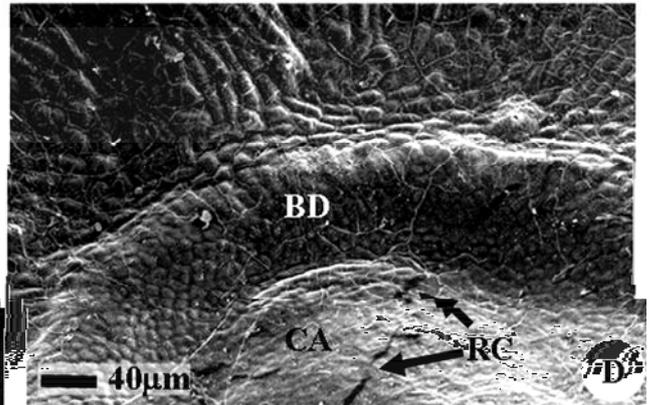
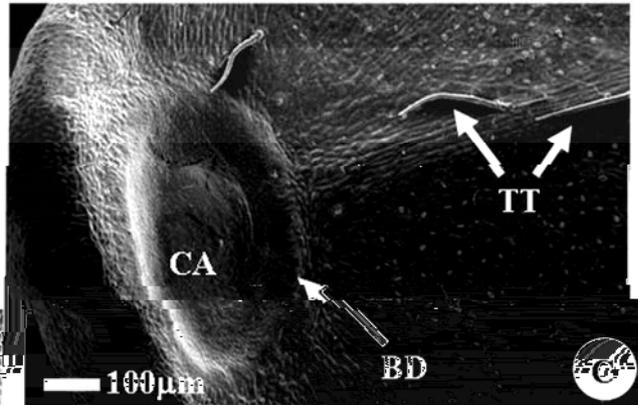
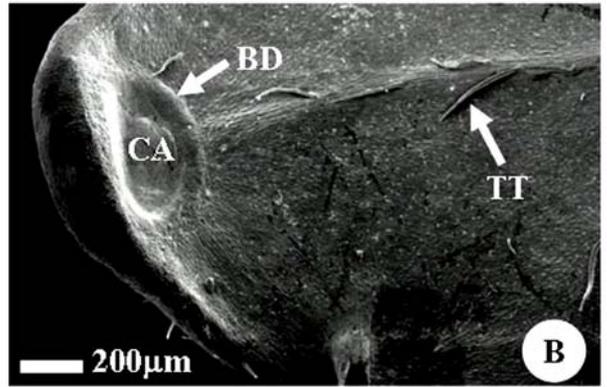
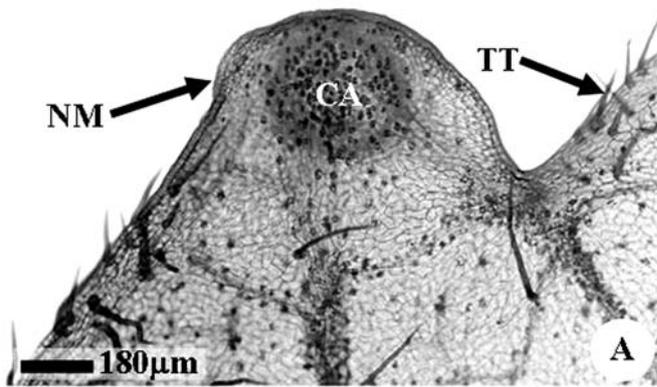
Taiz L, Zeiger E. 2004. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: Taiz L, Zeiger E, eds. Trad. Santarém, E. R. *et al. Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 309-334.

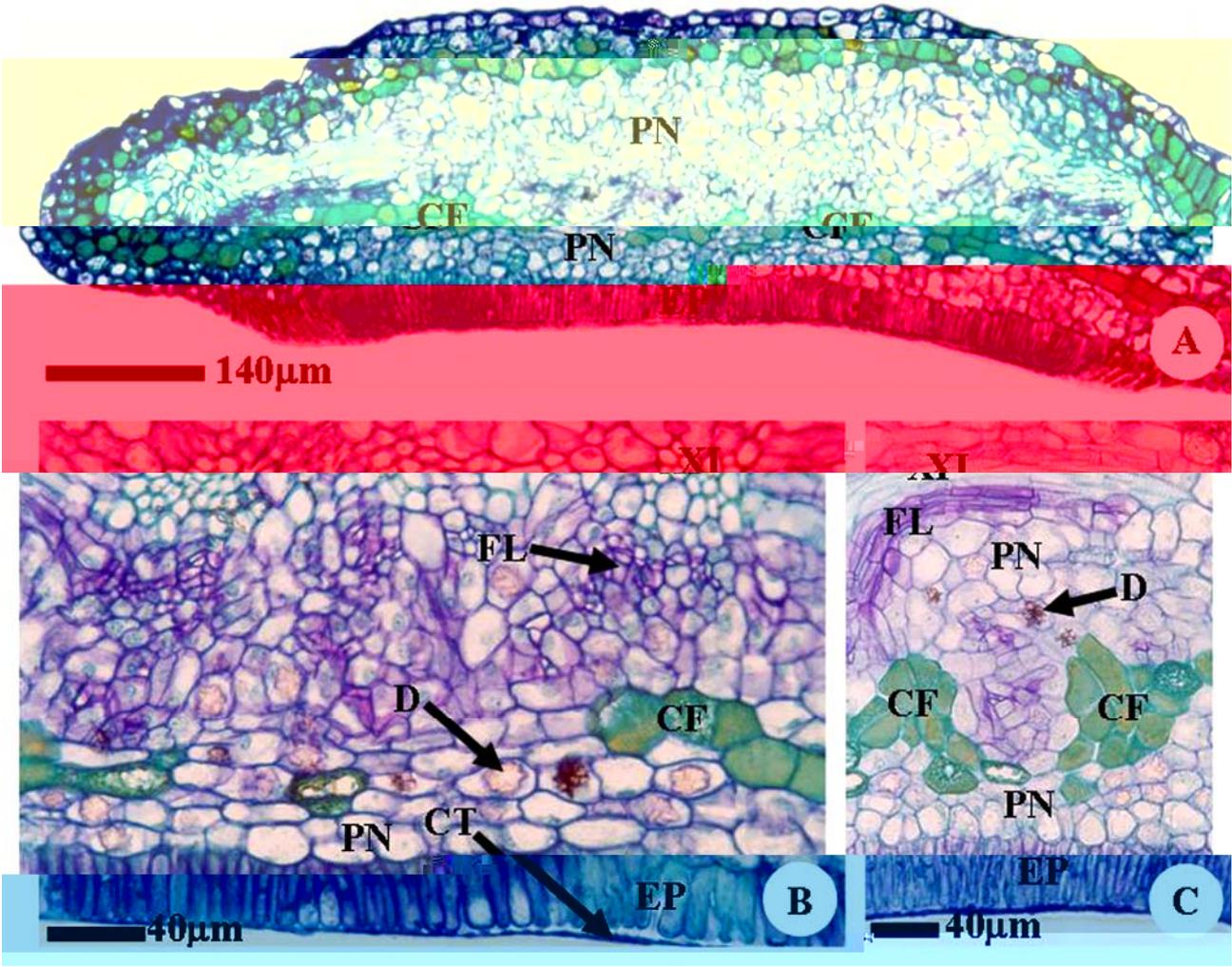
Velozo HP, Rangel Filho AL, Lima JCA. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

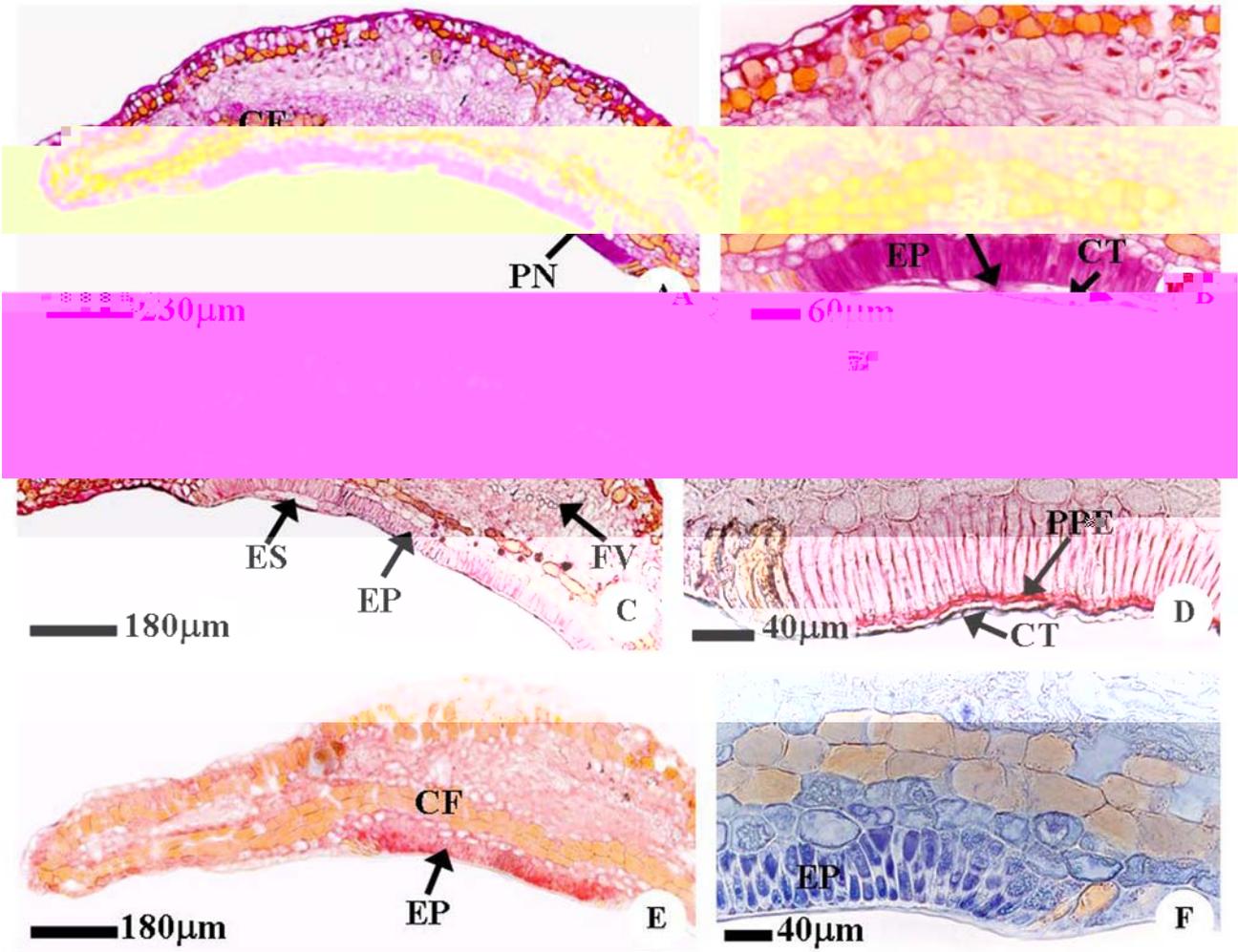
Wäckers FL, Zuber D, Wunderlin R, Keller F. 2001. The effect of herbivory on temporal and spatial dynamics of foliar nectar production in cotton and castor. *Annals of Botany* **87**: 365-370.

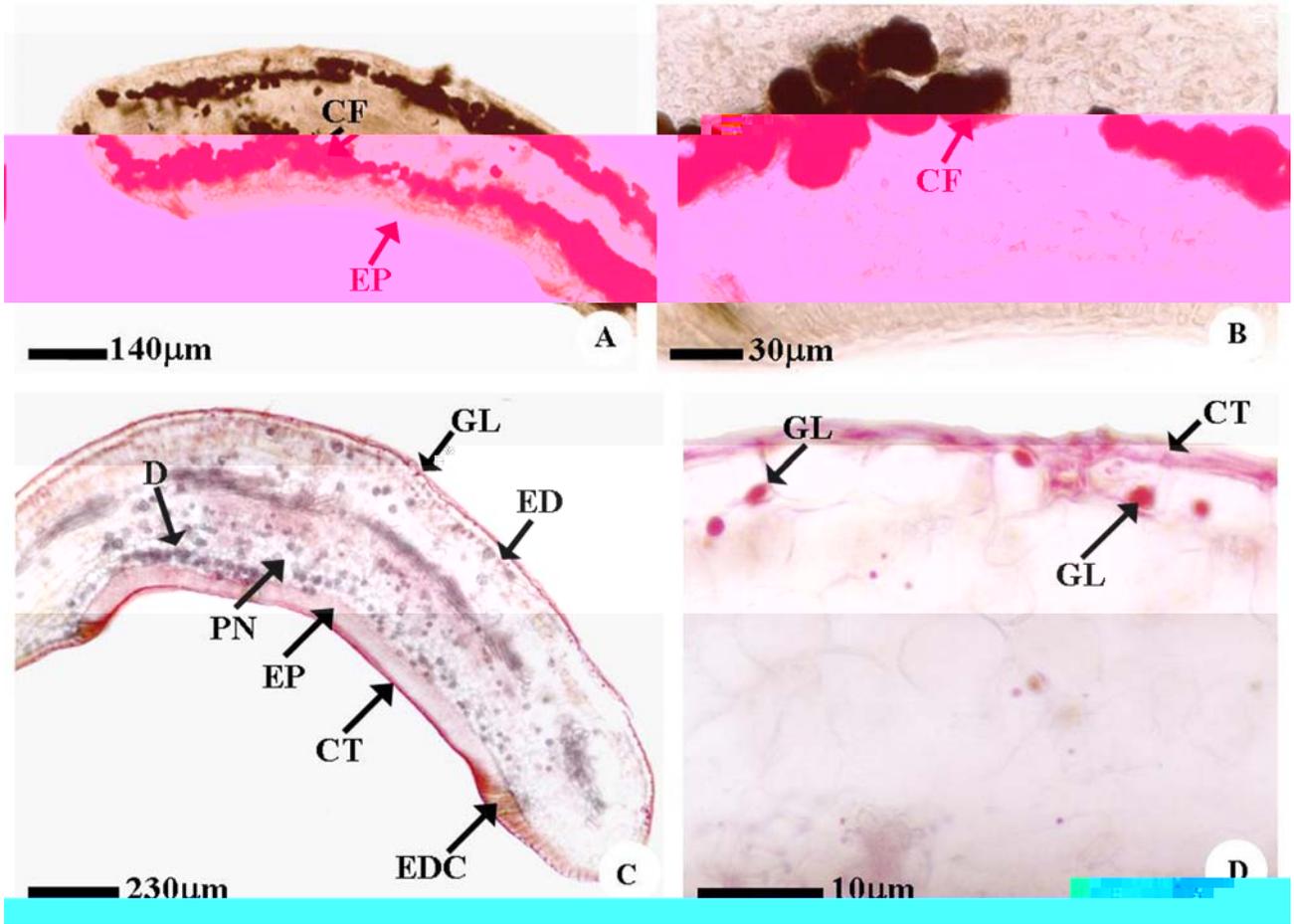
Zimmerman J. 1932. Über die extrafloralen nektarien der Angiospermen. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt* **49**: 99-196.

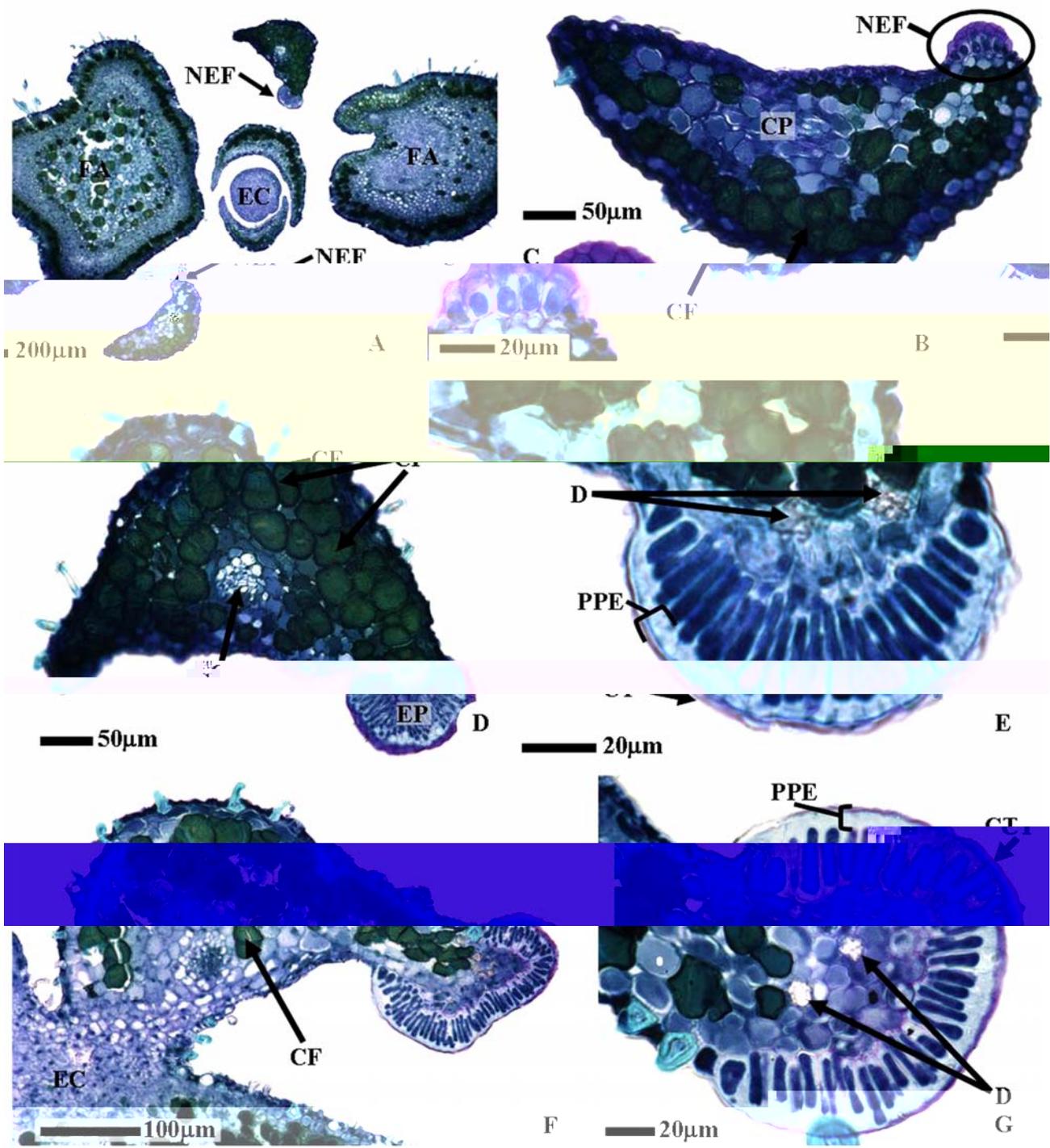


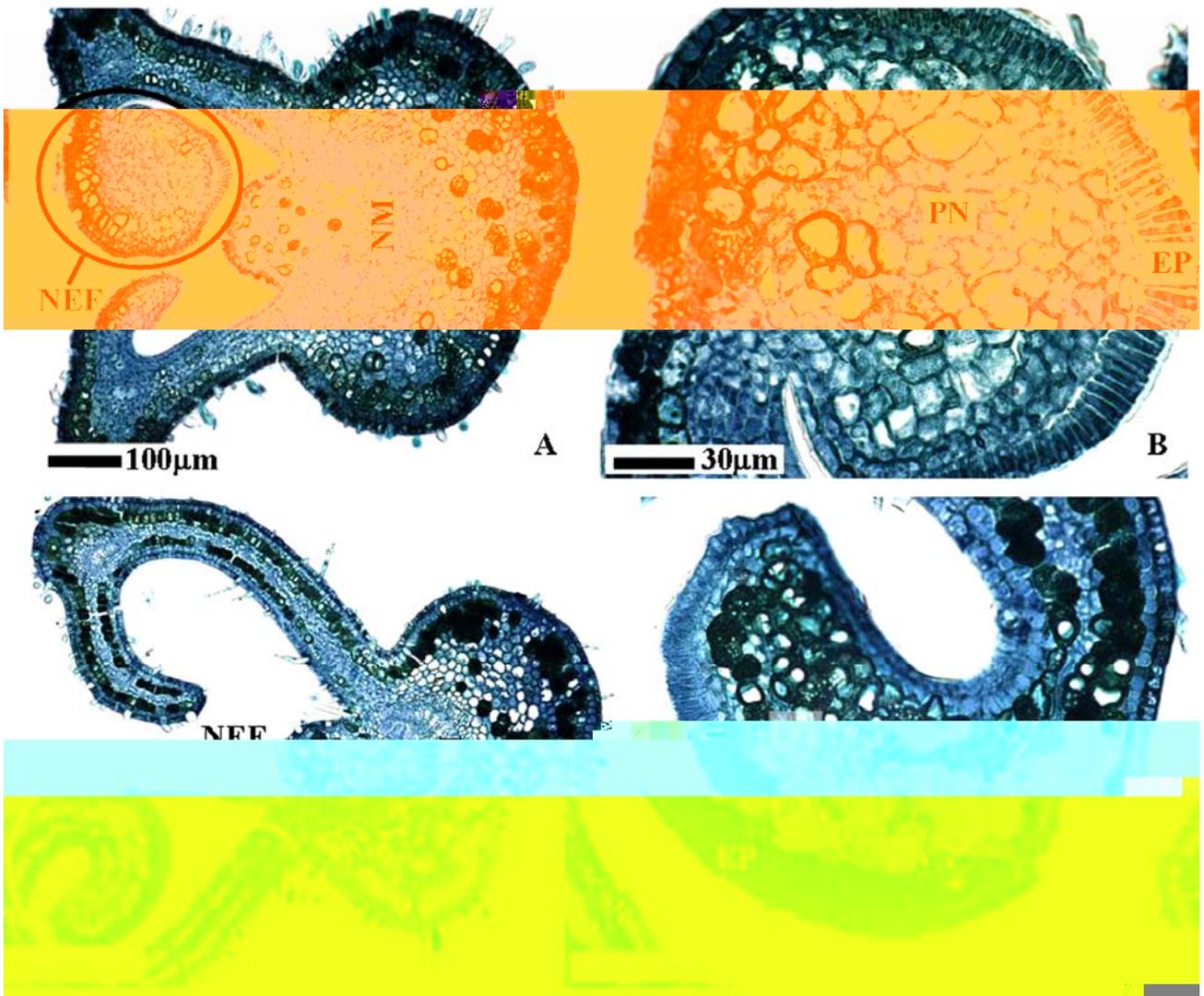












5. CONCLUSÕES GERAIS

Neste trabalho foi possível constatar alguns caracteres que podem agir de forma unificadora para as famílias Flacourtiaceae e Salicaceae: presença do dente salicóide, tricomas simples unicelulares e não ramificados e pluricelulares ramificados, estômatos braquiparacíticos, crescimento secundário no pecíolo, abundância de cristais, sistema vascular em forma de arco na nervura mediana, mesofilo dorsiventral e esclerênquima acompanhando os feixes.

Os estudos anatômicos feitos nas espécies de Flacourtiaceae demonstraram que a anatomia foliar pode fornecer dados para auxiliar na taxonomia da família, tanto a nível genérico quanto específico. A análise de espécimes provenientes de localidades distintas é de fundamental importância para que se possa levar em consideração a variação que ocorre na estrutura anatômica determinada pelas condições ambientais. A associação de alguns caracteres; como o tipo de venação última marginal, dente marginal, estruturas secretoras, padrões cuticulares, presença de hipoderme e de cristais epidérmicos, tipo de tricomas e padrões de vascularização; se mostrou fundamental para a separação das espécies estudadas.

Este trabalho relatou a presença de ductos e cavidades para o gênero *Casearia*. Os testes histoquímicos confirmam a complexidade do secretado, além de indicar tecidos fundamentais como sítios de síntese e/ou acúmulo de compostos fenólicos.

O desenvolvimento dos nectários de *Prockia crucis* se inicia muito precocemente, já nos primórdios foliares do meristema apical, estando totalmente diferenciado em folhas ainda em expansão. Devido à sua similaridade com os dentes salicóides presentes em *Populus* e *Salix*, sugere-se que tais clados sejam próximos filogeneticamente.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)